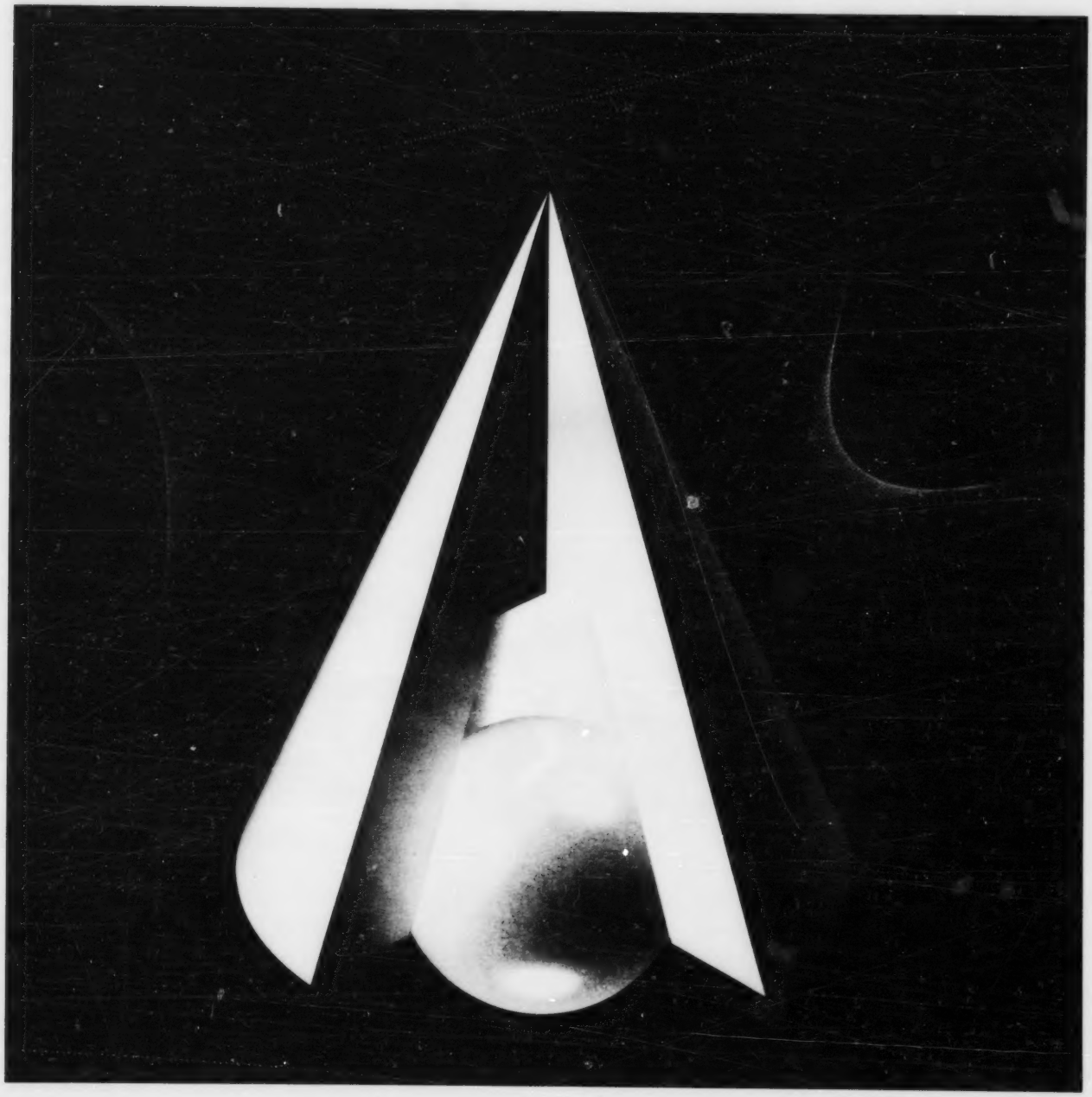
Research Paper Series

Analytical Studies Branch

Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturers

by John R. Baldwin and Zhengxi Lin

No. 173



Statistics Canada Statistique Canada

Canada

t2

ANALYTICAL STUDIES BRANCH
RESEARCH PAPER SERIES

The Analytical Studies Branch Research Paper Series provides for the circulation, on a pre-publication basis, of research conducted by Branch staff, visiting Fellows and academic associates. The Research Paper Series is intended to stimulate discussion on a variety of topics including labour, business firm dynamics, pensions, agriculture, mortality, language, immigration, statistical computing and simulation. Readers of the series are encouraged to contact the authors with comments, criticisms and suggestions. A list of titles appears inside the back cover of this paper.

Papers in the series are distributed to Statistics Canada Regional Offices, provincial statistical focal points, research institutes, and specialty libraries. These papers can be downloaded from the internet at *www.statcan.ca*.

To obtain a collection of abstracts of the papers in the series and/or copies of individual papers (in French or English), please contact:

Publications Review Committee
Analytical Studies Branch, Statistics Canada
24th Floor, R.H. Coats Building
Ottawa, Ontario, K1A 0T6
(613) 951-6325

Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturers

by

John Baldwin*

and

Zhengxi Lin**

11F0019MPE No. 173
ISSN: 1200-5223
ISBN: 0-660-18597-0

No. 173

* Micro Economic Analysis Division
24th Floor, R.H. Coats Building
Statistics Canada
Ottawa, K1A 0T6
(613) 951-8588
E-mail: baldjoh@statcan.ca
Fax: (613) 951-5403

** formerly of Statistics Canada
and now with
Human Resources Development Canada

August 2001

The authors' names are listed alphabetically.

This paper represents the views of the authors and does not necessarily reflect the opinions of Statistics Canada.

Aussi disponible en français

101-07400/

Table of Contents

Abstract ..... *v*

Acknowledgements ..... *vii*

1. Introduction *1*

2. Advanced Technology Adoption: An Overview of Benefits and Impediments *2*

2.1 Data Source **2**

2.2 Benefits of Advanced Technology Adoption **4**

2.3 Impediments to Advanced Technology Adoption **7**

3. Determinants of Impediments to Advanced Technology Adoption *11*

3.1 Alternative Measures of Technologic and Innovative Activity **11**

3.2 Plant Characteristics **12**

3.3 Empirical Results **13**

4. Conclusion *20*

Appendix *22*

References *25*

Abstract

Using survey data, this paper investigates problems that firms in the Canadian manufacturing sector face in their decision to adopt advanced technology. The data show that while the use of advanced technology is relatively important (users account for over 80% of all shipments), it is not widespread among firms (users represent only about one-third of all establishments). One explanation lies in the fact that while advanced technologies provide a wide range of benefits, firms also face a series of problems that impede them from adopting advanced technology. These impediments fall into five groups: cost-related, institution-related, labour-related, organization-related, and information-related.

While it might be expected that impediments would be higher for non-users than users of technologies, the opposite occurs. We posit that the reason for this is that innovation involves a learning process. Innovators and technology users face problems that they have to solve and the more innovative firms have greater problems. We test this by examining the factors that are related to whether a firm reports that it faced impediments. Our multivariate analysis reveals that impediments are reported more frequently among technology users than non-users; and more frequently among innovating firms than non-innovating ones. We conclude that the information on impediments in technology and other related surveys (innovation) should not be interpreted as impenetrable barriers that prevent technology adoption. Rather, these surveys indicate areas where successful firms face and solve problems.

Keywords: manufacturing, advanced technology adoption, benefits, costs, impediments
JEL: L60, O33

Acknowledgements

We would like to thank Bob Gibson and David Sabourin for their assistance with the data. An earlier version was presented at the 1999 Statistics Canada Economic Conference. We would also like to thank our discussant, David Steward-Patterson, and the conference participants for helpful comments and suggestions. A shortened version will be published in the journal Research Policy.

1. Introduction

Despite the fact that adoption of advanced technologies is closely related to productivity gains and other measures of firm performance (Baldwin, Diverty and Sabourin, 1995; Beaumont and Schroder, 1997; Papaconstantinou et al. 1996; Tracey, Vonderrembse and Lim, 1999), only about one-third of Canadian establishments used at least one advanced technology in their production process in 1993 (Baldwin and Sabourin, 1995). This raises the issue as to why some Canadian firms use advanced technologies extensively but others do not adopt them at all.

The decision to adopt advanced technologies ultimately rests with the benefits the technology provides and the costs associated with its adoption. In the *1993 Canadian Survey of Innovation and Advanced Technology*, advanced technology users identified a wide range of benefits such as improvements in productivity, product quality and working conditions; reductions in production costs associated with such factors as lower labour requirements and inventory; reduced material and energy consumption; increased equipment utilization and reduced product rejection (Baldwin, Sabourin and Rafiquzzaman, 1996). At the same time, they also reported a host of costs associated with technology acquisition, e.g., education and training, time and cost to develop required software, and increased maintenance expenses. In addition to these costs, all firms reported a series of other impediments to their technology adoption. These include institution-related problems associated with tax regimes, and government regulations and standards; labour-related problems such as shortage of skills, training difficulties, and labour contracts; organizational or strategic problems associated with difficulties in introducing important changes to the organization, management attitude, and worker resistance; information-related problems such as lack of scientific and technical information, technological services, and technical support from vendors. Similar lists of impediments have been used to investigate barriers to innovation (Arundel, 1997).

This paper investigates the importance of impediments to the technology adoption process. We ask whether there is evidence that non-users of technology find that the impediments to adoption are greater than do technology users and whether there are particular areas where the impediments are greatest. Section 2 discusses the survey data used and provides an overview of the benefits and impediments outlined by plant managers. Section 3 examines the factors that are related to a plant reporting that it faces an impediment. The section focuses primarily on whether non-users of technology are more likely to report an impediment. We find that technology users are more likely, not less likely, to report many types of impediments. We conclude that barriers to technology adoption, at least as measured in technology surveys, should not be interpreted to be impenetrable barriers that prevent technology adoption. Rather, these surveys indicate areas where successful firms face and solve problems.

2. *Advanced Technology Adoption: An Overview of Benefits and Impediments*

Since the technology adoption decision is closely related to the net benefits that are perceived to flow from the implementation of new equipment, this section outlines the benefits of advanced technology adoption in the Canadian manufacturing sector, and the extent to which firms face various impediments. We begin with a brief introduction of the data used in the analysis.

2.1 Data Source

The data used for this analysis are extracted from the *1993 Survey of Innovation and Advanced Technology* (SIAT) of Statistics Canada. Stratified by size, industry and province, the 1993 SIAT sample is randomly drawn from a frame of all establishments in the Canadian manufacturing sector, which is maintained in the Business Register Division of Statistics Canada. There are eight sections to the survey questionnaire. Three sections of the survey examine the incidence of advanced technology use at the plant level, the benefits derived therefrom, and the impediments that plants reported as delaying technology adoption. The survey also explores the innovation activity of the firm owning the plant—incidence of innovation, existence of research and development units, and the characteristics of the firm's competitive environment. These data provide us with measures of impediments to technology use and measures of the technological and innovative activity of establishments and their owning enterprises. In addition, the survey provides us with certain general characteristics such as ownership, degree of competition, and extent of employee unionization. More details on the survey can be found in Baldwin and Sabourin (1995), and Baldwin, Sabourin and Rafiquzzaman (1996).

Data from the SIAT survey are combined with data drawn from the Census of Manufactures of Statistics Canada on various characteristics of each of the plants in the survey—size, age, nationality (domestic- or foreign-controlled), and growth over the decade prior to the survey. These and other characteristics are used in a multivariate analysis to determine the factors that are related to whether a firm indicated that it faced different impediments to the acquisition and adoption of advanced technology.

The survey collects information on 22 detailed advanced manufacturing technologies.[1] For this analysis, these categories are classified into six groups according to their specific function in the production process—design and engineering, fabrication and assembly, automated material handling, inspection and communications, manufacturing information systems, and integration and control. Table 1 itemizes these technologies and the functional group into which they fall.

[1] Related surveys that focus only on technology have been done by the Australian Bureau of Statistics (1989) and the U.S. Bureau of the Census (1989, 1993).

Table 1. Advanced Manufacturing Technologies

Functional Group	Technology	Description
Design and Engineering	• Computed-aided design/engineering	• Use of computers for drawing and designing parts or products (CAD/CAE)
	• CAD output to control manufacturing	• Use of CAD output for controlling manufacturing machines
	• Digital representation of CAD output	• Use of digital representation of CAD output for controlling manufacturing machines
Fabrication and Assembly	• Flexible manufacturing cells/systems	• Machines with fully integrated material handling capabilities controlled by computers or programmable controllers
	• Numerically controlled and computer numerically controlled machines	• A single machine numerically/computer-numerically controlled with/without automated material handling capabilities
	• Materials working lasers	• Laser technology used for welding, cutting, treating, scribing and marking
	• Pick and place robots	• A simple robot which transfers items from one place to another
	• Other robots	
Automated Material Handling	• Automated storage/retrieval systems	• Computer-controlled equipment for the automatic handling and storage of materials, parts, sub-assemblies or finished products
	• Automated guided vehicle systems	• Vehicles equipped with automatic guidance devices
Inspection and Communications	• Automatic inspection equipment for incoming materials	• Automatic sensor-based equipment used for inspecting or testing incoming or in-process materials
	• Automatic inspection equipment for final products	• Automatic sensor-based equipment used for inspecting/testing final products
	• Local area network for technical data	• Use of local area network (LAN) to exchange technical data with design and engineering departments
	• Local area network for factory use	• Use of LAN to exchange information between different points on the factory floor
	• Inter-company computer network	• Networks connecting establishments with sub-contractors, suppliers and customers
	• Programmable controllers	• Control device that has programmable memory for storage of instruction
	• Computers used for control in factories	• Computers on the factory floor that may be dedicated to control, but which are capable of being reprogrammed for other functions
Manufacturing Information Systems	• Materials requirement planning	• Computer-based production management and scheduling system to control order quantities, inventory and finished products
	• Manufacturing resource planning	• Computer-based production management of machine loading and production scheduling, as well as inventory control and material handling
Integration and Control	• Computer integrated manufacturing	• All manufacturing processes are integrated and controlled by a central computer
	• Supervisory control and data acquisition	• On line, computer-based monitoring and control of process and plant variables at a central site
	• Artificial intelligence/expert systems	• A machine performing tasks normally attributed to human intelligence/the computerization of knowledge of experts in narrowly defined fields, e.g., fault finding

Table 2. Advanced Technology Adoption in the Canadian Manufacturing Sector, 1993

	Number of Technologies in Use			
	0	1 to 4	5 to 9	10+
% of Shipments	18.9	22.3	26.7	32.1
% of Establishments	65.1	23.6	8.6	2.7

Source: Baldwin and Sabourin (1995).

Technology-using plants tend to be large, though not numerous. Establishments that used at least one advanced technology accounted for over 81% of all Canadian manufacturing shipments in 1993 (Table 2).[2] However, the adoption of advanced technologies is not extensive. Only a little over one-third of establishments used at least one advanced technology.

What is it then that leads some firms to use advanced technologies but others to not adopt them at all? The decision to adopt advanced technologies ultimately rests on the benefits that the technology provides and the costs associated with its adoption. The latter depend upon the impediments that firms face. The next two sub-sections outline the benefits and impediments associated with technology adoption.

2.2 Benefits of Advanced Technology Adoption

The benefits of technology use are far ranging—from increasing productivity, to improving flexibility, to producing higher quality products, to reducing production costs (Beaumont and Schroder, 1997; Rischel and Burns, 1997; Small, 1998).

Improvements in productivity occur when the same output can be produced with fewer inputs. This leads to a reduction in production costs. Production costs can also be reduced when lower cost inputs can be substituted for higher cost inputs, when lower skilled labour can be substituted for higher skilled labour. Flexibility is a benefit when product line diversity can be extended by new technologies. Product quality improvements result from lower scrappage rates or from more reliable products, i.e., computer power sources that have lower failure rates.

The benefits and effects associated with advanced technology adoption reported by managers in technology-using plants are itemized in Table 3. Since benefits are likely to be technology specific and the functional groups adopted correspond to different stages of the production process, the benefits are reported for of each of the four different functional groups described above—design and engineering (DE), fabrication and assembly (FA), automatic material handling (AMH), and inspection and communications (IC).[3] Columns 1 to 4 are weighted by shipments; Columns 5 to 8 by establishments.[4] It should be noted, of course, that the functional groups are not used independently of one another. But by comparing how the percentage of

[2] An additional 3% of shipments were accounted for by establishments that planned to use at least one advanced technology within the next two years.

[3] The other two functional groups of technologies (manufacturing information systems, and integration and control) are relatively uncommon and not as frequently used. Their results are hence not reported.

[4] Shipment-weighted percentages indicate the proportion of shipments from plants that used the technology. Establishment-weighted percentages present the fraction of establishments using the technology.

plants (weighted or unweighted by shipments) reporting a specific benefit differs across functional group categories, we can investigate whether the most important categories varies by functional group. Generally, they do not.

An improvement in overall productivity (sometimes referred to as total factor productivity) is the most frequently reported benefit associated with advanced technology adoption. Over half of design and engineering, fabrication and assembly, and automatic material handling technology users reported an improvement in productivity. The dominance of this benefit is even more evident when the results are weighted by shipments. Design and engineering, fabrication and assembly, and automatic material handling technology users that registered an improvement in productivity accounted for 70% to 77% of shipments. Productivity improvement is also the most important benefit category for inspection and communication technology users, but here it shares the lead with improvements in product quality.

Overall productivity improvements can be achieved through a variety of means, e.g., a reduction in labour usage, raw material or energy consumption, and better equipment utilization. To various degrees, advanced technology users identify benefits in all of these areas. But the dominant category here is a reduction in labour requirements. Labour costs are not, however, reduced by substituting unskilled for skilled labour. In general, a larger percentage of firms indicates that skill levels increased rather than decreased. Generally, the second most important cause of productivity enhancement results from increases in equipment utilization—especially in large plants using fabrication and assembly and automated material handling technologies. In all cases, the adoption of advanced technologies led to greater, not less, capital investment. Thus the benefits of advanced technology use are accompanied by greater costs—both because of the need for more skilled labour and increases in capital investment.

The second most important benefit resulting from the adoption of advanced technologies is an improvement in product quality. One-third to slightly more than half of users felt that their product quality had improved; the share of total user shipments accounted for by establishments reporting such a benefit ranged from a low of 47% for design and engineering technology users to a high of 65% for technology users in the fabrication and assembly area. Much of this quality improvement is associated with lower scrappage rates. The percentage of establishments indicating that they had lower product rejection rates as a result of the introduction of advanced technologies is almost as high as those indicating that product quality had improved—especially so for users of advanced technologies in fabrication and assembly.

Advanced technology users also report that improved product flexibility was a benefit thereby confirming predictions that new advanced technologies would have a dramatic effect in this area (Young, Francis and Young, 1993; Spina et al., 1996). Finally, a good percentage of firms report that working conditions had improved as a result of advanced technology use. In summary, advanced technology users report an impressive list of benefits, with productivity and quality improvements being the most important.

Table 3. Benefits and Effects of Advanced Technology Adoption

Benefit/Effect	% of Shipments				% of Establishments			
	Design and engineering (1)	Fabrication and assembly (2)	Automatic material handling (3)	Inspection and communications (4)	Design and engineering (5)	Fabrication and assembly (6)	Automatic material handling (7)	Inspection and communications (8)
Improvement in productivity	70.1	75.9	77.4	54.6	56.0	55.7	54.2	34.3
Reduction in labour requirements	48.6	72.1	50.0	31.5	35.3	47.6	54.2	21.7
Reduction in material consumption	19.0	34.1	15.0	13.8	17.2	24.0	15.2	10.7
Reduction in energy consumption	9.8	24.3	7.7	11.7	7.3	15.1	8.7	6.6
Increase in equipment utilization	29.5	43.3	56.3	29.3	13.0	23.8	20.2	12.4
Increase in capital requirements	33.2	52.6	58.6	30.1	25.6	35.2	27.3	18.8
Reduction in capital investment	3.9	6.1	5.6	3.0	3.0	4.7	3.7	1.5
Reduction in inventory	9.3	43.2	20.2	22.1	8.0	22.0	23.0	9.7
Improvement in product quality	46.7	65.2	56.8	51.2	43.1	52.9	32.6	33.7
Reduction in product rejection	18.3	57.8	52.6	41.3	20.9	39.9	24.2	22.5
Reduction in set-up time	38.7	51.2	46.4	11.0	26.8	38.7	19.6	10.8
Increase in product flexibility	37.4	48.7	52.5	19.0	30.1	32.2	18.3	12.7
Improvement in working conditions	28.5	43.8	58.5	19.2	18.0	33.5	29.8	15.2
Reduction in environmental damage	5.3	26.2	7.4	11.2	8.4	15.7	11.6	8.4
Increase in skill requirements	54.2	56.0	58.8	47.2	34.0	32.4	25.1	26.4
Reduction in skill requirements	8.2	15.8	5.0	5.6	4.8	9.7	7.6	3.1

Note: Benefits and effects are not mutually exclusive; neither is the use of groups of technologies.
Source: Baldwin, Sabourin and Rafiquzzaman (1996).

2.3 Impediments to Advanced Technology Adoption

The impediments that were investigated in the SIAT survey can be divided into five groups. The first includes a set of general cost-related problems associated with advanced technology adoption, including the cost of capital, the cost of technology acquisition, the cost of related equipment acquisition, the cost of related software development, and increased maintenance expenses.

Four other areas were also identified—impediments that arise from government policy (what we call institutional-related problems), from labour market imperfections, from internal organization problems and from imperfections in the market for information. Each of these also increases the costs of adopting advanced technology—but the causes are somewhat more narrowly focused than the general cost-related items that are included in the first category.

Labour-related problems include difficulties that arise because new technologies and innovation generally need higher skill levels (Baldwin, Gray and Johnson, 1996; Baldwin and Da Pont, 1996). In the face of these needs, a firm may encounter impediments to adoption if there is a shortage of skills available on the market, or if it faces training difficulties in overcoming deficiencies, or if its labour contracts act to constrain its ability to substitute labour across tasks.

Organizational problems are those associated with difficulties in implementing the types of internal change in a firm that are required for the adoption of advanced technologies. The first of these is the difficulty in introducing important changes to the organization. For example, the introduction of computer-aided design may require new structures that link engineering development with the production department so that the advantages of concurrent engineering practices can be fully exploited. Other organizational problems stem from a poor attitude of senior management towards new technologies, or worker resistance.

Institution-related problems are those associated with tax regimes (both the R&D tax credit and capital cost allowances) and with government regulations and standards. Information-related problems arise if markets for knowledge are imperfect.

They include lack of scientific and technical information, technological services, and technical support from vendors.

Table 4 reports the percentage of plant managers who reported that these problems impeded the adoption of advanced technologies. Two measures of technological activity are used to examine differences in the impediments faced by the more technologically active. First, we report the percentage of technology users and technology non-users that reported the impediment, where a technology user is defined as a plant that uses any of the 22 advanced technologies. We also divide the sample of plants into those whose parent company reported an innovation (defined as the introduction of a new product or process) in the three year period prior to the survey and those who did not report an innovation during that period. Columns 1 to 5 contain the percent of shipments in plants reporting a particular impediment; Columns 6 to 10 the percentage of

establishments (duly weighted to represent the manufacturing population) reporting that they experienced the particular impediment. The importance given to the impediments will differ in the first panel (Columns 1 to 5) from the second panel (Columns 6 to 10) if larger firms are more likely to designate an impediment as important.

Among the five broad groups of impediments, general cost-related problems are the most important and most frequently reported by firms. Economics is at work in the innovation process in that broad generic classes of costs like equipment and capital are seen to have an impact on the investment decision. Contributory cost factors (in order of importance) are cost of equipment, cost of capital investment, cost of technology acquisition, cost of software development, and maintenance expenses. Over two-thirds of establishments encountered at least one of these impediments, accounting for nearly 80% of all manufacturing shipments. Whether we use the percentage of establishments (Column 6) or the share of shipments (Column 1), the rankings of these factors are about the same, thereby indicating that large and small firms place about equal emphasis on these general cost-related impediments.

Labour-related problems, stemming from skill shortages, training difficulties or labour contracts, are the area where specific problems are most important. Some 29% of establishments reported them as impediments. Shipments from establishments that experienced at least one of these difficulties amounted to 37% of total manufacturing output.

The next most important group are organization-related problems caused by difficulties in introducing important changes to the organization, management attitude and worker resistance. One out of every five firms experienced one of these problems. Contrary to the other categories however, the share of shipments in plants reporting this problem (34%) is significantly higher than the percentage of establishments with the problem (21%), thereby indicating that larger establishments are more likely to have these problems.

The least important category of impediments consists of institution-related problems (associated with the R&D investment tax credit, capital cost allowance and government regulations) and information-related problems (such as lack of scientific and technical information, lack of technological services and lack of technical support from vendors).

If impediments are the primary deterrents to technology use and innovation, it might be expected that non-users and non-innovators would report higher impediments. This is not the case. With rare exceptions, the percentage of users reporting impediments is markedly and consistently higher than among non-users; it is also more frequent among innovators than non-innovators.

Table 4. Impediments to Advanced Technology Adoption

Impediment	% of Shipments					% of Establishments				
	All firms (1)	Technology user (2)	Non-user (3)	Innovator (4)	Non-innovator (5)	All firms (6)	Technology user (7)	Non-user (8)	Innovator (9)	Non-innovator (10)
Cost-related	**79.1**	**83.5**	**58.7**	**82.9**	**66.4**	**68.5**	**76.9**	**63.1**	**72.6**	**65.9**
Capital	49.2	50.7	42.1	49.8	46.9	47.0	48.9	45.7	47.6	46.6
Equipment	56.4	58.6	46.1	59.6	45.6	53.0	58.8	49.3	56.7	50.8
Software development	21.8	23.6	12.9	21.6	22.4	17.5	22.9	14.1	21.1	15.4
Maintenance	13.3	14.0	10.1	14.1	10.7	12.4	12.8	12.1	12.2	12.5
Technology acquisition	28.8	30.1	23.1	30.1	24.6	27.9	28.1	27.8	26.9	28.5
Institution-related	**15.5**	**15.9**	**13.2**	**16.5**	**11.9**	**16.4**	**16.6**	**16.4**	**18.6**	**15.1**
R&D investment tax credit	7.6	8.0	5.8	8.7	3.8	7.7	9.8	6.4	11.7	5.3
Capital cost allowance	8.7	9.5	4.9	9.7	5.0	8.4	9.5	7.6	9.9	7.4
Regulations and standards	7.2	7.4	6.3	6.8	8.4	9.9	8.1	11.1	9.3	10.3
Labour-related	**37.2**	**39.9**	**24.2**	**39.0**	**30.9**	**28.8**	**34.5**	**25.2**	**33.7**	**25.8**
Skill shortage	22.8	24.3	15.7	24.0	18.7	20.2	22.7	18.6	23.3	18.3
Training difficulty	19.3	20.7	12.8	19.8	17.5	16.8	20.5	14.4	18.0	16.0
Labour contract	13.0	14.2	7.3	13.4	11.3	5.8	7.2	4.9	7.2	4.9
Organization-related	**34.1**	**37.3**	**18.9**	**35.9**	**28.1**	**20.9**	**26.1**	**17.7**	**24.9**	**18.5**
Difficulty in introducing change	23.3	25.7	11.9	25.4	16.2	13.0	15.9	11.1	17.2	10.4
Management attitude	16.7	18.5	8.3	16.8	16.4	7.9	9.4	7.0	9.2	7.2
Worker resistance	11.0	11.3	9.4	11.5	8.9	9.0	10.7	7.9	9.8	8.5
Information-related	**24.9**	**26.6**	**16.8**	**27.2**	**17.1**	**16.0**	**19.6**	**13.7**	**22.0**	**12.3**
Lack of information	12.4	12.3	12.9	12.9	10.7	10.4	10.5	10.4	13.3	8.7
Lack of service	9.8	10.1	8.3	10.4	7.7	7.7	8.2	7.4	10.4	6.0
Lack of support from vendors	10.9	11.3	8.8	11.5	8.8	8.6	11.0	7.1	12.1	6.4

Note: Impediment groups as well as sub-group components are not mutually exclus[illegible] G[illegible]-level results refer to incidence of experiencing <u>any</u> of the impediments within the group.

A learning-by-doing model of technology adoption can explain this phenomenon. Firms have to assess the benefits of implementing technological changes. Firms that are innovative reap substantial benefits as we have already demonstrated. In order to reap those benefits, they have to incur the higher costs of new equipment and of research and development facilities. Other research has shown that there are many types of costs that are higher for technology users and innovators. For one, more technologically advanced firms find that their skill requirements increase after new technologies are introduced (Baldwin, Gray and Johnson, 1996). Training is more likely in firms that are high-tech users or innovators (Baldwin, 1999). Moreover, firms that are innovators are more likely to be developing greater competencies in other areas besides just human resources. Baldwin and Johnson (1996 and 1999) show that more innovative firms (especially those that introduced new products *and* new processes) develop greater competencies in a wide range of areas. They gain more from their high-risk innovation strategy, but they risk more and they incur higher costs because they have to master a wider range of competencies.

Therefore, when we compare users and non-users, we are dealing with two very different populations. Technology users or innovative firms have been exposed to the problems that come with an innovative strategy. Before adopting new technologies, firms have a basic understanding of the problems that they will face. This impression is correct only with regards to the broad overview of the relative importance of the different problems that they face. As proof of this, the relative ranking for users and non-users is quite similar—the correlation between the scores of users and non-users or innovators and non-innovators (whether using percentage of establishments or percentage of shipments is over 0.95). But the level of impediments is generally lower for non-users or for non-innovators. It is by attempting an innovative or technologically advanced strategy that a firm learns about the true intensity of the problems that it has to solve.

The one area where differences between technology users and non-users are generally smaller is with respect to government policy. When it comes to assessing the usefulness of R&D subsidy programs or the problems with government regulations, non-users are able *ex ante* to better assess the likelihood that government activity will benefit or restrict them.

In summary, we should expect a more advanced technology strategy to lead to more impediments being reported. While differences in impediments between technology users and non-users may be explained in the context of the learning-by-doing process of technology adoption, there are other factors that may come into play that need to be examined within a multivariate framework. Previous work has shown that there are inherent differences in terms of certain firm characteristics between technology users and non-users; and between innovating firms and non-innovating ones.[5] It may be that these characteristics also contribute to the observed differences in impediments. In the next section, we ask whether differences in the impediments persist after controlling for firm characteristics.

[5] For example, Baldwin and Diverty (1995) have shown that technology use is positively associated with firm size and output growth; the tendency for larger firms to be more innovative is also well documented (e.g., Baldwin, Gellatly, Johnson and Peters (1998); Evangelista and Sirilli (1997); Cosh, Hughes and Wood (1996)).

3. Determinants of Impediments to Advanced Technology Adoption

To examine the factors that are associated with impediments, we use multivariate analysis to relate the probability of reporting an impediment to whether a plant is technologically advanced and a set of plant characteristics, such as size, growth, region, and degree of innovativeness.

The regressions are performed for each of the five major groups of impediments: cost-related, institution-related, labour-related, organization-related, and information-related. For each group, the dependent variable takes a value of one if a plant reports any of the problems within the group; the value of zero otherwise. Since the dependent variable is dichotomous, we estimate the relationship with a logistic regression.[6]

3.1 Alternative Measures of Technologic and Innovative Activity

Four different measures of technological activity are used to test the robustness of our hypothesis that impediments are higher in more technological advanced or more innovative firms.

The first is USER—whether the plant uses advanced technology in the production process at all. This is a dichotomous variable taking a value of one if the plant uses any of the 22 technologies and zero otherwise. This measure distinguishes technology users from non-users but does not take into account the intensity of technology use.

The second—TECHUSE—measures the total number of advanced technologies in use. This is a continuous variable reflecting the total number of advanced technologies that a firm uses and it ranges in value from 0 to 22. This measure takes into account the intensity of technology use. Its form imposes a monotonic relationship between the number of technologies in use and the probability of reporting an impediment.

The third consists of a set of binary variables capturing different intensities—0, 1 to 4, 5 to 9 and 10 and more technologies. This measure takes into account the intensity of technology use and it allows for the possibility of a non-linear impact of the number of technologies that are used.

It should be noted that the first three measures essentially nest within each other, thereby allowing us to test whether capturing intensity as opposed to incidence of use matters.

Finally, the fourth variable—INNOV—measures whether the plants were innovative. This variable is broader than just the technology use variable. Innovative activities are measured by a dichotomous variable indicating if the plant's controlling firm introduced either a major product or process innovation in the three years prior to the survey.

[6] Probit analysis, an alternative for dichotomous dependent variables, was tried and resulted in the same qualitative results.

3.2 Plant Characteristics

Certain plant characteristics have been shown to be closely related to whether technology is used (Baldwin and Diverty, 1995) or whether a firm is innovative (Baldwin, Hanel and Sabourin, 2001). These include region, industrial sector, intensity of competition, age, output growth patterns, ownership, size and unionization.

These variables are included because they are expected to represent aspects of technology use that are not captured by the technology variables used. While we include variables such as USER or TECHUSE that measure the amount of technology use, these variables cannot completely capture the complexity or sophistication of the actual technological environment. Since larger, younger and foreign-controlled plants are more likely to use any technology (Baldwin and Diverty, 1995; Baldwin and Sabourin, 1997), we expect that plants with these characteristics are more technologically advanced in many dimensions and, therefore, should be more likely to report an impediment. Size of the establishment is measured by four binary variables capturing the number of employees: under 20, 20 to 99, 100 to 499, and 500 and over. Age of the firm is measured by three binary variables: born prior to 1975, between 1975 and 1984, and after 1984.

We also include regional binary variables to capture the same technological-intensity phenomenon. The incidence of advanced technology use is less in Atlantic Canada and Quebec relative to other provinces (Baldwin and Sabourin, 1995) and, therefore, the overall technical sophistication of these regions should also be reflected in generally lower impediments. Five economic regions are used in the regression analysis: Atlantic Canada consists of Newfoundland, Prince Edward Island, Nova Scotia and New Brunswick; Quebec; Ontario; the Prairie provinces, which includes Manitoba, Saskatchewan and Alberta; and British Columbia.

Growth of the plant is included for three reasons. First, growth is a measure of success and success is highly correlated with the degree of innovativeness in a firm (Baldwin, 1996; Baldwin and Johnson, 1998). Although we capture major innovations with INNOV, there are other more minor aspects that are omitted and that the growth variable is meant to represent. Therefore, we should expect growth to be positively related to impediments. Second, growing firms are technological sophisticated (Baldwin and Diverty, 1995). Third, growth itself leads to problems. Growing firms have to learn how to deal with the problems associated with larger size. Growing organizations have to change. New labour skills associated with running a larger firm are required. These problems are likely to be particularly severe in the area of labour impediments. Output growth patterns are measured as the change in a plant's manufacturing shipments over the 10-year period from 1982 to 1992. Ranking firms according to their growth in shipments during this period, we create three growth classes with an equal number of firms in each class. These are low or negative growth, medium growth, and high growth. Nationality of ownership is represented by a binary variable, CANADIAN, that takes a value of one if the plant's parent indicated that it was controlled by Canadians and zero, otherwise.

The importance of unionization in a plant is also posited to be related to impediments—though not necessarily because of any connection to technological sophistication. Rather it is included because it is sometimes seen as a factor that would make technology adoption more difficult because it increases the costs to management of changing work patterns during the introduction of new technological processes. Unionization is a binary variable that takes on a value of one if the parent firm reports that any of its employees are covered by a collective agreement.

We also posit that the environment within which a plant operates will affect the nature of the impediments that are encountered. The first characteristic that we consider is whether the industry environment is advanced with regards to the degree of innovation being produced. Some industries are more innovative and, therefore, plants in these industries are more likely to face impediments. The innovative environment is captured with an industry taxonomy developed by Robson, Townsend and Pavitt (1988) that has been used successfully in research that explains the probability that a firm will innovate (Baldwin, Hanel and Sabourin, 2001). Firms are classified into three sectors according to their industrial activities: core innovative sector, secondary innovative sector, and other innovative sector.[7] The core sector is the one that has been found in work for the UK and the US (Robson, Townsend and Pavitt, 1988) and for Canada (Baldwin and Hanel, 2002) to be the sector that produces more innovations than it uses. The "other" sector ingests new products and machinery and equipment from the core and secondary sectors. If production of an innovation rather than its adoption is a signal of sophistication, we should expect the core, secondary and "other" sectors to rank in this order with regards to the probability of reporting an impediment.

The second environmental characteristic that is posited to affect the development of impediments is the competitive environment. Competition is important in that it affects innovation or technological competencies. Elsewhere, we have found that there is a positive relationship between competition and innovation (Baldwin, Hanel and Sabourin, 2001). The intensity of competition that a firm faces is measured by the number of rivals directly competing in the marketplace for the sale of its main product(s): 0 to 5 competitors, 6 to 19 competitors, and 20 or more competitors. More detail on variables, as well as sample statistics, are reported in Table 5.

3.3 Empirical Results

The regression results for the probability of reporting impediments in each of the five major areas are reported in Table 6. The coefficients are all calculated against the omitted category—which is a plant that did not use advanced technologies, did not introduce innovation, was located in Ontario, was in the "other" innovation using sector, faced the smallest number of competitors (5 or less), was born before 1975, was a slow grower, was foreign-owned, was in the smallest size class (less than 20 employees), and whose employees were not unionized. The regressions are estimated on a sample of 1,936 establishments. Column 1 contains the estimates for cost-related

[7] The core innovative sector includes refined petroleum, chemical, electrical and electronic industries; the secondary innovative sector includes fabricated metals, rubber and plastics, transportation equipment, primary metals, and non-metallic minerals; the other innovative sector includes paper, wood, food and beverages, textile and clothing, printing and publishing, furniture and fixture, and other manufacturing industries.

problems; Column 2 for institution-related problems; Column 3 for labour-related problems; Column 4 organization-related problems; and Column 5 for information-related problems. In this table, we measure technology use by the range of number of technologies in use. Results for other measures—incidence of technology use, intensity of technology use, and an interactive term between using technology and being an innovator are presented in Appendix Tables A1 through A3. Table A1 reports the regression results when technology use is measured by a single dummy variable indicating whether a firm uses advanced technology or not; Table A2 when technology use is measured by the actual number of technologies used; and Table A3 when firm activities are measured by the interaction between technology use and innovation—non-user non-innovator, non-user innovator, user non-innovator, and user innovator.

The parameter estimates in Table 6 show the qualitative impacts of the explanatory variables. To better describe the quantitative impacts of each of the variables, we report in Table 7 the probability that each of the five advanced technology adoption impediments will occur. These probabilities are estimated using the regression results presented in Table 6, evaluated at the sample mean values.[8] Again, Column 1 contains estimates for cost-related problems; Column 2 for institution-related problems; Column 3 for labour-related problems; Column 4 for organization-related problems; and Column 5 for information-related problems.

The results demonstrate that technology use is positively associated with impediments in almost all areas. From Table 6, we can see that those plants reporting the use of 10 or more technologies are significantly more likely to have faced cost impediments, institutional impediments, labour impediments, and information impediments. When only incidence is used (USER), a significant effect is found for cost-related, labour and organization problems (Table A1). When intensity of technology use (TECHUSE) is included, a significant effect is found for cost-related, and labour problems (Table A2).

Innovators are found to report significantly greater institutional, and information impediments. When technology users are divided into innovators and non-innovators (Table A3), the innovators are found to have a greater likelihood than non-innovators of reporting impediments for institutional and informational impediments. But what is most significant is that the combination of being a technology user and an innovator is significantly related to all impediments. Firms that are using advanced technologies and reporting an active innovation program are solving more complex, more comprehensive technological problems. That this group is most likely to report impediments in all areas lends support to our hypothesis that impediments are realized as a firm implements a complex innovation strategy.

The effect of the intensity of technology use can be quite large. For example, other things being equal (evaluating at the mean value), the probability of a plant reporting cost-related problems is estimated to be 89% among plants that use 10 or more technologies compared to 66% among non-users (Table 7)—an increase of over 20 percentage points. For institution-related problems, it increases from 14% to 29%. By way of comparison, going from non-innovative to innovative status increases the probability of facing institution-related impediments from 13% to 17%. The

[8] The logistic regression model is $\text{Ln}[P/(1-P)] = \beta X$, it follows that $P = \exp(\beta X)/[1+\exp(\beta X)]$, where P is the probability.

probability of reporting labour-related impediments increases by about 15 percentage points between non-users and users of 10 or more technologies; and the probability of reporting information-related impediments differs by 7 percentage points. The effect of being an innovator is 8 percentage points in the case of information-related impediments.

These results then demonstrate both a certain commonality, but they also show that the determinants of the impediments vary from one group to another. This is the case for most of the other variables.

Other important plant characteristics affecting several areas include the intensity of competition a plant faces, and the age of a firm. Specifically, for cost-, labour- and information-related problems, the more competitors a firm faces, the higher the likelihood it faces such problems. The probability of cost-related problems is 10 percentage points higher for those that face 20 or more competitors than for those facing 0 to 5 competitors (75% versus 65%). The difference is 8 and 5 percentage points for labour- and information-related problems. This confirms our hypothesis that the effect of competition arises because competition engenders more technological competencies.

There are also substantial regional effects that accord with our technological intensity hypothesis. Firms in Atlantic Canada and Quebec report significantly fewer cost- and labour-related problems than they were expected to do—based on their lower technology use. There is about 10 percentage points difference between firms located in Atlantic Canada and in Ontario for cost-related impediments.

Younger plants are also more likely to experience cost-, institutional- and labour-related problems. Some 77% of those born after 1984 face cost-related problems compared to 64% of those born prior to 1975. Younger firms face about 10 percentage points difference (26% versus 16%) for labour-related problems and a 7 percentage points difference (18% versus 11%) for information-related problems. Since younger plants are more likely to be advanced technology users, the positive relationship between youth and impediments also accords with our maintained hypothesis.

Unionization significantly increases the probability of labour and organizational impediments. A plant that reports its employees are covered by a collective agreement increases its probability of reporting impediments in each of these areas by about 3 to 5 percentage points; but this is a relatively small effect compared to most of the other variables.

Growth has the expected effect on labour-related problems. Plants that are faster growers are likely to report more labour-related problems. The difference between the slowest and fastest growing categories is 6 percentage points. Another variable that has little impact on impediments is the innovation sector within which a plant finds itself. Thus, there is little to distinguish innovation-producing from innovation-using sectors in terms of the impediments that are faced.

There is generally no significant effect of ownership on the probability that an impediment is reported—except in the area of information flows. Even here the effect is relatively small—only 4 percentage points.

How do the various impediment categories compare? For cost-related impediments, technology use, region, competition, age, and growth matter. Institution-related problems are likely to be higher when a firm uses multiple advanced technologies, performs innovative activities, is in Ontario, in the core sector, has more competitors, and is younger. Compared to cost-related problems, innovation matters more when firms assess whether the government programs—capital cost allowance, R&D assistance and regulation—provide impediments.

For labour-related problems, the general pattern that was observed for cost- and institution-related problems holds. Technology use is important—as is competition, age, and region. The younger the firm is, the higher is the likelihood of labour-related problems (the probability is 26% for those born since 1985, 21% for those born between 1975 and 1984, and 16% for those born before 1975). Similarly, faster growing firms are more likely to experience labour-related problems (the probability is 24% for those experiencing medium to high growth compared to 18% for those experiencing low or negative growth). Once again, marked regional differences are observed—establishments located in Atlantic Canada and Quebec have a probability of 18% and 14% of experiencing labour-related problems compared to 26% for those located in the rest of the country. In contrast to the cost and institution-related areas, unionization is important for labour-related problems.

There are fewer significant determinants of organization-related problems than in the case of either cost-, institutional- or labour-related problems. Region, competition and age matter here as elsewhere, but the effect of technology use is less; innovation combined with technology use becomes significant—thereby suggesting that organizational problems are more important in firms that have adopted a complex technology/innovation strategy. Size is more important here than it was for the other categories, but it is the medium-sized plants not the largest ones that are more likely to report impediments. Unionization increases organizational impediments, one of which is worker resistance to change.

Information-related problems also are characterized by the common technology, competition and age variables. But here innovation by itself is significant and when interacted with technology use (Table A3). What is also unique about this category is that Canadian-owned plants face significantly more impediments when it comes to information problems, while this does not occur for the other categories.

Table 5. Variable Definition and Sample Statistics

Variable	Definition	Means	Std. Dev.
COSTPROB	= 1 if any cost-related problem is reported	0.6848	0.4647
INSTPROB	= 1 if any institution-related problem is reported	0.1644	0.3707
LABOPROB	= 1 if labour-related problem is reported	0.2883	0.4531
ORGAPROB	= 1 if any organization-related problem is reported	0.2095	0.4071
INFOPROB	= 1 if any information-related problem is reported	0.1598	0.3665
USER	= 1 if any technology is used	0.3886	0.4876
TECH USE	= Total number of technologies used	1.5936	2.8457
Number of tech use:			
1-4	= 1 if 1-4 technologies are used	0.2509	0.4337
5-9	= 1 if 5-9 technologies are used	0.1047	0.3062
10+	= 1 if 10+ technologies are used	0.0330	0.1786
Use of functional tech:			
DE tech	= 1 if any design and engineering technology is used	0.2734	0.4458
FA tech	= 1 if any fabrication and assembly technology is used	0.1855	0.3888
AMH tech	= 1 if any automatic material handling technology is used	0.0313	0.1741
IC tech	= 1 if any inspection and communication technology is used	0.2174	0.4126
Innovator	= 1 if any innovating activity is introduced	0.3804	0.4856
Region:			
Atlantic	= 1 if locates in Atlantic Canada	0.0487	0.2153
Quebec	= 1 if locates in Quebec	0.3182	0.4659
Ontario	= 1 if locates in Ontario	0.3958	0.4892
Prairie	= 1 if locates in the Prairie provinces	0.1522	0.3593
British Columbia	= 1 if locates in British Columbia	0.0851	0.2792
Industrial sector:			
Core innovative	= 1 if one of the core innovative industries	0.1554	0.3624
Secondary innovative	= 1 if one of the secondary innovative industries	0.3080	0.4618
Other innovative	= 1 if one of the other innovative industries	0.5366	0.4988
Number of competitors:			
0-5	= 1 if facing 0-5 competitors	0.2841	0.4511
6-19	= 1 if facing 6-19 competitors	0.3042	0.4602
20+	= 1 if facing 20+ competitors	0.4117	0.4923
Year of birth:			
Prior to 1975	= 1 if born before 1975	0.2918	0.4547
1975-1984	= 1 if born between 1975 and 1984	0.2908	0.4543
After 1984	= 1 if born after 1984	0.4174	0.4933
Output growth patterns:			
Low	= 1 if experiencing low shipment growth	0.3507	0.4773
Medium	= 1 if experiencing medium shipment growth	0.4239	0.4943
High	= 1 if experiencing high shipment growth	0.1987	0.3991
Canadian	= 1 if owned by Canadians	0.8798	0.3252
Number of employees:			
1-19	= 1 if 1-19 employees	0.5177	0.4998
20-99	= 1 if 20-99 employees	0.3446	0.4754
100-499	= 1 if 100-499 employees	0.1204	0.3256
500+	= 1 if 500+ employees	0.0172	0.1301
Union	= 1 if employees are unionized	0.2917	0.4547
Number of observations		1936	

Note: Sample statistics are weighted by the establishment weight.

Table 6. Logistic Regression Results for Reporting Technology Adoption Impediments

Indep. Var.	Dep. Var. = Costprob (1)		Dep. Var. = Instprob (2)		Dep. Var. = Laboprob (3)		Dep. Var. = Orgaprob (4)		Dep. Var. = Infoprob (5)	
	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio
1-4 tech use	0.6320	4.80	-0.1897	-1.16	0.1665	1.30	0.2015	1.43	0.0610	0.37
5-9 tech use	0.5623	2.84	0.0731	0.32	0.2337	1.27	0.2209	1.10	0.6219	2.95
10+ tech use	1.3727	3.22	0.9125	2.62	0.7218	2.38	0.4455	1.40	0.5691	1.66
Innovator	0.1558	1.30	0.3297	2.25	0.1555	1.30	0.0813	0.62	0.6460	4.38
Atlantic	-0.5790	-2.50	-1.2703	-3.18	-0.5121	-1.96	-0.6865	-2.09	0.3317	1.11
Quebec	-0.2243	-1.79	-1.0762	-6.35	-0.7705	-5.71	-0.1232	-0.87	0.0919	0.57
Prairie	0.1437	0.90	-0.5582	-2.88	-0.0762	-0.50	0.0903	0.53	0.4510	2.43
British Columbia	0.0175	0.09	-0.2143	-0.96	0.0890	0.48	-0.3519	-1.52	-0.1640	-0.63
Core sector	0.0061	0.04	-0.3420	-1.69	0.1179	0.75	-0.1585	-0.92	0.2859	1.56
Secondary sector	-0.1780	-1.54	-0.0622	-0.43	0.1095	0.92	-0.2655	-1.97	0.0276	0.18
6-19 competitors	0.3797	2.89	0.4303	2.53	0.2288	1.62	0.1603	1.04	0.3961	2.27
20+ competitors	0.4832	3.88	0.1729	1.05	0.4489	3.38	0.2898	1.98	0.4292	2.56
Born 1975-1984	0.3280	2.33	-0.0453	-0.23	0.3492	2.29	0.2916	1.81	-0.0516	-0.27
Born after 1984	0.6805	4.91	0.5428	3.05	0.6056	4.09	0.1719	1.08	0.5053	2.88
Medium growth	0.0164	0.14	0.2961	2.05	0.3366	2.76	0.0666	0.49	-0.1068	-0.71
High growth	-0.2579	-1.46	0.0592	0.26	0.3447	1.96	0.1733	0.93	0.1237	0.59
Canadian-owned	0.2579	1.42	-0.0045	-0.02	0.1148	0.65	-0.1523	-0.83	0.3817	1.73
20-99 employees	-0.1002	-0.75	-0.4053	-2.42	-0.0588	-0.43	0.1328	0.88	-0.0792	-0.46
100-499 employees	0.6225	2.54	-0.4448	-1.50	0.3909	1.71	0.5630	2.32	0.0390	0.14
500+ employees	0.5948	1.08	-1.3722	-2.09	0.3599	0.80	0.5632	1.22	-0.2321	-0.44
Union	0.1007	0.80	0.1977	1.27	0.2094	1.65	0.2975	2.19	0.1334	0.86
Constant	-0.3147	-1.29	-1.6852	-5.40	-1.9094	-7.47	-1.7711	-6.60	-3.0828	-9.60
Summary statistics:										
N	1936		1936		1936		1936		1936	
n (Dep. Var. = 1)	1326		318		558		406		309	
LL function	-1147.3		-814.8		-1106.5		-961.4		-810.0	
χ^2	118.5		100.6		112.6		64.6		81.2	
% right prediction	70.3		83.6		71.6		79.0		84.2	

Note: The reference groups are firms using no advanced technology, performing no innovative activities, located in Ontario, belonging to the "other" industrial sector, facing 0-5 competitors, born prior to 1975, experiencing low output growth, owned by foreigners, with 1-19 employees, and employees are not unionized. Critical values for t statistics are 2.58 for a 1% two-tailed test, 1.96 for 5% two-tailed test and 1.65 for a 10% two-tailed test.

Table 7. Estimated Probability of Experiencing Technology Adoption Impediments

	Cost-related (1)	Institution-related (2)	Labour-related (3)	Organization-related (4)	Information-related (5)
			Percent		
Number of tech use:					
0	66.1	14.4	21.1	17.8	12.7
1-4	78.6	14.4	21.1	17.8	12.7
5-9	77.4	14.4	21.1	17.8	21.4
10+	88.5	29.5	35.5	17.8	20.5
Innovator	71.7	17.5	21.5	17.8	19.1
Non-innovator	71.7	13.3	21.5	17.8	11.0
Region:					
Atlantic	61.1	7.4	17.7	10.2	12.9
Quebec	69.2	8.8	14.2	18.3	12.9
Ontario	73.7	22.0	26.4	18.3	12.9
Prairie	73.7	13.9	26.4	18.3	18.9
British Columbia	73.7	22.0	26.4	18.3	12.9
Industrial sector:					
Core innovative	71.7	11.5	21.5	19.1	13.7
Secondary innovative	71.7	15.5	21.5	15.3	13.7
Other	71.7	15.5	21.5	19.1	13.7
Number of competitors:					
0-5	65.0	13.2	18.5	16.2	10.5
6-19	73.1	19.0	18.5	16.2	14.9
20+	75.0	13.2	26.2	20.5	15.3
Year of birth:					
Before 1975	63.5	12.1	16.1	16.6	11.4
1975-1984	70.7	12.1	21.4	21.1	11.4
After 1984	77.4	19.2	26.0	16.6	17.6
Output growth patterns:					
Low	71.7	13.3	18.1	17.8	13.7
Medium	71.7	17.1	23.7	17.8	13.7
High	71.7	13.3	23.8	17.8	13.7
Canadian-owned	71.7	14.8	21.5	17.8	14.2
Foreign-owned	71.7	14.8	21.5	17.8	10.2
Number of employees:					
1-19	70.2	17.0	20.7	16.9	13.7
20-99	70.2	12.0	20.7	16.9	13.7
100-499	81.4	17.0	27.8	26.3	13.7
500+	70.2	4.9	20.7	16.9	13.7
Union	71.7	14.8	24.1	21.1	13.7
Non-union	71.7	14.8	20.5	16.6	13.7

Note: Probabilities are calculated by setting coefficients insignificantly different from zero at 10% to zero and evaluated at the sample mean values. For dummy variables, this is done by using the sum of the unweighted coefficient of the variable and the weighted coefficients of other groups of dummy variables, where the weight is the corresponding variable's share in the sample.

In short, while there is a common set of factors that significantly affect the likelihood of a firm reporting impediments, there are important differences. Cost-related problems are positively associated primarily with the intensity of technology use, the intensity of competition, and younger firms. Institution-related problems are more common among innovators and younger establishments. Regional differences associated with the actual probability of reporting an impediment are also quite striking in institution-related problems. Labour-related problems are more serious among firms that extensively use advanced technology, that face more intensive competition, in younger establishments, and in those experiencing higher growth. Organization-related problems are more characteristic of older, big and unionized establishments. Information-related problems are more typical among technology users; among innovators; among young firms; and among Canadian-owned establishments.

4. Conclusion

This paper has investigated various problems that firms in the Canadian manufacturing sector face as they adopt advanced technology. Although extremely important, the use of advanced technology is not widespread among manufacturing plants. One explanation lies in the fact that while advanced technologies provide a wide range of benefits, plants also face a series of impediments that prevent them from adopting advanced technology. There are broadly five categories of problems faced by firms—cost-related, institution-related, labour-related, organization-related, and information-related.

Cost-related problems include cost of capital, cost of technology acquisition, cost of related equipment acquisition, cost of related software development, and increased maintenance expenses. Institutional-related problems stem from taxation practices involving R&D investment, tax credits and capital cost allowances, and from government regulations and standards. Labour-related problems arise from a shortage of skills, training difficulties, and labour contracts. Organization-related problems are associated with difficulties in introducing changes to a firm's structure that are required for ingesting new technologies, poor management attitude, and worker resistance. Information-related problems arise from lack of scientific and technical information, technological services, and technical support from vendors.

With rare exceptions, it is observed that the percentage of plants reporting impediments is markedly and consistently higher among technology users than non-users; more frequent among innovating firms than those not introducing innovation. This suggests that impediments arise during the innovation process as firms learn by doing. Users in the process of adopting new technologies are confronted with various problems and must overcome them. Non-users may have a general idea of the importance of the various impediments, but until they face them they are unable to appreciate their severity. Some of these problems are very complex in nature, and their magnitudes cannot be easily determined *ex ante*.

Regression analysis confirms that many of the impediments are related to variables that capture the technological complexity of the firms—either incidence or intensity of technology use and innovator competencies. But these impediments are also positively associated with many plant

characteristics that are correlated with technological competencies. Both of these facts substantiate the view that impediments are learned. They may be barriers; but they are barriers that do not stop innovation and the adoption of new technologies. They are obstacles that are overcome as technology is introduced into the plant. This confirms associated work that examined the differences between innovative and non-innovative firms in the service sector (Gellatly and Peters, 1999).

This view influences the way in which impediments outlined in technology and innovation surveys should be interpreted. They should not be interpreted as impenetrable barriers that prevent technological adoption. No doubt, such problems exist—but they are not what are being measured in these surveys. Rather these surveys indicated the area where successful firms face and solve problems. As such, they provide a guide as to the areas where those problems are likely to be more intense—though we must be cautious here with our interpretation because we do not have dollar measures; we only have the frequency of impediments that are reported.

It is also noteworthy that the nature of problems that have to be addressed differs across the various actors involved. Cost-related problems are higher where there is more competition and younger establishments. Institution-related problems are more common among innovators and younger establishments. Labour-related problems are more serious among firms that extensively use advanced technology, that face more intensive competition, younger establishments, and those experiencing higher growth. Organization-related problems are more likely in older, medium-sized and unionized establishments. Information-related problems are more typical among technology users; among innovators; among young firms; and among Canadian-owned establishments. Regional differences are also observed in all of these groups of impediments. Plants in the more technologically advanced regions face more impediments.

Appendix

Table A1. Logistic Regression Results for Reporting Technology Adoption Impediments (Use of technology or not)

Indep. Var.	Dep. Var. = Costprob (1)		Dep. Var. = Instprob (2)		Dep. Var. = Laboprob (3)		Dep. Var. = Orgaprob (4)		Dep. Var. = Infoprob (5)	
	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio
User	0.6467	5.33	-0.0581	-0.40	0.2110	1.78	0.2193	1.68	0.2325	1.59
Innovator	0.1604	1.35	0.3620	2.49	0.1700	1.43	0.0871	0.66	0.6778	4.64
Atlantic	-0.5789	-2.50	-1.2743	-3.19	-0.5129	-1.97	-0.6863	-2.10	0.3170	1.06
Quebec	-0.2230	-1.78	-1.0575	-6.27	-0.7666	-5.69	-0.1231	-0.87	0.0879	0.54
Prairie	0.1417	0.89	-0.5549	-2.87	-0.0786	-0.51	0.0882	0.52	0.4510	2.44
British Columbia	0.0100	0.05	-0.2393	-1.08	0.0770	0.41	-0.3582	-1.55	-0.1802	-0.69
Core sector	0.0154	0.10	-0.2974	-1.48	0.1368	0.88	-0.1491	-0.87	0.2994	1.65
Secondary sector	-0.1761	-1.52	-0.0606	-0.42	0.1130	0.95	-0.2637	-1.96	0.0280	0.19
6-19 competitors	0.3869	2.95	0.4232	2.50	0.2321	1.65	0.1625	1.05	0.3644	2.10
20+ competitors	0.4847	3.90	0.1775	1.08	0.4525	3.41	0.2910	1.99	0.4217	2.52
Born 1975-1984	0.3312	2.35	-0.0393	-0.20	0.3523	2.31	0.2935	1.82	-0.0623	-0.33
Born after 1984	0.6821	4.93	0.5509	3.10	0.6087	4.12	0.1740	1.09	0.5178	2.96
Medium growth	0.0131	0.11	0.2993	2.07	0.3358	2.75	0.0654	0.48	-0.0927	-0.62
High growth	-0.2622	-1.49	0.0700	0.31	0.3439	1.96	0.1721	0.93	0.1364	0.65
Canadian-owned	0.2564	1.42	-0.0327	-0.15	0.1038	0.59	-0.1558	-0.85	0.3461	1.58
20-99 employees	-0.1083	-0.82	-0.4148	-2.48	-0.0669	-0.49	0.1289	0.85	-0.0673	-0.40
100-499 employees	0.6353	2.61	-0.3596	-1.23	0.4199	1.85	0.5744	2.39	0.1421	0.52
500+ employees	0.9132	1.76	-0.7438	-1.21	0.6348	1.50	0.6824	1.57	0.0398	0.08
Union	0.1003	0.80	0.1915	1.23	0.2067	1.63	0.2960	2.18	0.1299	0.84
Constant	-0.3161	-1.29	-1.6838	-5.42	-1.9092	-7.49	-1.7714	-6.60	-3.0645	-9.59
Summary statistics:										
N	1936		1936		1936		1936		1936	
n (Dep. Var. = 1)	1326		318		558		406		309	
LL function	-1149.2		-819.4		-1108.1		-961.7		-813.7	
χ^2	114.6		91.4		109.2		64.0		73.7	
% right prediction	70.3		83.6		71.0		79.0		84.0	

Note: The reference groups are non-users, performing no innovative activities, located in Ontario, belonging to the "other" industrial sector, facing 0-5 competitors, born prior to 1975, experiencing low output growth, owned by foreigners, with 1-19 employees, and employees are not unionized.

Table A2. Logistic Regression Results for Reporting Technology Adoption Impediments (Total number of technologies used)

Indep. Var.	Dep. Var. = Costprob (1)		Dep. Var. = Instprob (2)		Dep. Var. = Laboprob (3)		Dep. Var. = Orgaprob (4)		Dep. Var. = Infoprob (5)	
	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio
Tech use	0.0991	3.95	0.0511	2.00	0.0574	2.74	0.0259	1.15	0.0569	2.37
Innovator	0.1736	1.46	0.2899	1.98	0.1419	1.18	0.0981	0.74	0.6557	4.48
Atlantic	-0.5833	-2.53	-1.2500	-3.13	-0.5054	-1.94	-0.6899	-2.11	0.3243	1.09
Quebec	-0.2543	-2.04	-1.0402	-6.19	-0.7712	-5.73	-0.1340	-0.95	0.0849	0.53
Prairie	0.1271	0.80	-0.5431	-2.81	-0.0756	-0.49	0.0849	0.50	0.4549	2.46
British Columbia	0.0161	0.08	-0.2048	-0.92	0.0992	0.53	-0.3541	-1.53	-0.1596	-0.61
Core sector	0.0485	0.31	-0.3310	-1.64	0.1273	0.81	-0.1408	-0.82	0.2952	1.62
Secondary sector	-0.1662	-1.44	-0.0665	-0.46	0.1105	0.93	-0.2606	-1.94	0.0280	0.19
6-19 competitors	0.3915	2.99	0.4410	2.60	0.2420	1.72	0.1638	1.06	0.3745	2.16
20+ competitors	0.4825	3.89	0.1799	1.09	0.4517	3.40	0.2914	1.99	0.4228	2.53
Born 1975-1984	0.3504	2.49	-0.0547	-0.28	0.3541	2.32	0.2986	1.86	-0.0612	-0.32
Born after 1984	0.6747	4.89	0.5364	3.02	0.6023	4.07	0.1727	1.09	0.5131	2.93
Medium growth	0.0196	0.17	0.2899	2.01	0.3359	2.76	0.0693	0.51	-0.0928	-0.62
High growth	-0.2597	-1.48	0.0501	0.22	0.3378	1.92	0.1720	0.93	0.1296	0.62
Canadian-owned	0.2708	1.50	-0.0016	-0.01	0.1291	0.73	-0.1511	-0.82	0.3711	1.69
20-99 employees	-0.0622	-0.47	-0.4563	-2.74	-0.0669	-0.49	0.1503	1.00	-0.0615	-0.36
100-499 employees	0.6453	2.64	-0.5222	-1.76	0.3510	1.53	0.5915	2.44	0.0736	0.27
500+ employees	0.5816	1.08	-1.1545	-1.80	0.3359	0.75	0.6132	1.34	-0.2496	-0.47
Union	0.1196	0.95	0.1757	1.13	0.2100	1.66	0.3063	2.27	0.1372	0.89
Constant	-0.2627	-1.08	-1.7393	-5.60	-1.9170	-7.51	-1.7468	-6.53	-3.0732	-9.60
Summary statistics:										
N	1936		1936		1936		1936		1936	
n (Dep. Var. = 1)	1326		318		558		406		309	
LL function	-1155.4		-817.6		-1106.0		-962.4		-812.3	
χ^2	102.3		95.2		113.5		62.5		76.7	
% right prediction	69.9		83.6		71.7		79.0		84.0	

Note: The reference groups are non-users, performing no innovative activities, located in Ontario, belonging to the "other" industrial sector, facing 0-5 competitors, born prior to 1975, experiencing low output growth, owned by foreigners, with 1-19 employees, and employees are not unionized.

Table A3. Logistic Regression Results for Reporting Technology Adoption Impediments (Interaction between technology use and innovation)

Indep. Var.	Dep. Var. = Costprob (1)		Dep. Var. = Instprob (2)		Dep. Var. = Laboprob (3)		Dep. Var. = Orgaprob (4)		Dep. Var. = Infoprob (5)	
	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio	Coefficient	T-ratio
Non-user innovator	0.1910	1.28	0.2556	1.35	0.3084	1.94	0.1190	0.66	0.6908	3.59
User innovator	0.7936	4.99	0.3299	1.78	0.3543	2.30	0.3019	1.80	0.9094	4.88
User non-innovator	0.6811	4.29	-0.1794	-0.89	0.3400	2.21	0.2478	1.45	0.2473	1.20
Atlantic	-0.5792	-2.50	-1.2748	-3.19	-0.5133	-1.97	-0.6865	-2.10	0.3171	1.06
Quebec	-0.2204	-1.76	-1.0684	-6.32	-0.7552	-5.59	-0.1208	-0.85	0.0891	0.55
Prairie	0.1413	0.88	-0.5542	-2.87	-0.0795	-0.52	0.0878	0.51	0.4508	2.44
British Columbia	0.0084	0.04	-0.2278	-1.02	0.0679	0.36	-0.3604	-1.56	-0.1813	-0.70
Core sector	0.0161	0.10	-0.2964	-1.47	0.1378	0.88	-0.1490	-0.87	0.2993	1.65
Secondary sector	-0.1754	-1.51	-0.0620	-0.43	0.1159	0.97	-0.2635	-1.96	0.0283	0.19
6-19 competitors	0.3882	2.96	0.4217	2.49	0.2367	1.68	0.1636	1.06	0.3650	2.10
20+ competitors	0.4844	3.89	0.1819	1.10	0.4502	3.39	0.2906	1.99	0.4215	2.52
Born 1975-1984	0.3304	2.34	-0.0400	-0.21	0.3516	2.31	0.2930	1.82	-0.0624	-0.33
Born after 1984	0.6842	4.93	0.5412	3.04	0.6190	4.18	0.1763	1.11	0.5189	2.96
Medium growth	0.0132	0.11	0.3003	2.08	0.3363	2.76	0.0659	0.48	-0.0926	-0.62
High growth	-0.2601	-1.48	0.0642	0.28	0.3502	1.99	0.1738	0.93	0.1370	0.65
Canadian-owned	0.2548	1.41	-0.0298	-0.14	0.1005	0.57	-0.1565	-0.85	0.3458	1.58
20-99 employees	-0.1105	-0.83	-0.4095	-2.44	-0.0760	-0.55	0.1266	0.84	-0.0681	-0.40
100-499 employees	0.6356	2.62	-0.3674	-1.25	0.4254	1.88	0.5748	2.39	0.1428	0.52
500+ employees	0.9253	1.78	-0.7846	-1.27	0.6773	1.60	0.6906	1.59	0.0434	0.09
Union	0.1015	0.80	0.1840	1.18	0.2128	1.68	0.2971	2.19	0.1303	0.84
Constant	-0.3239	-1.32	-1.6501	-5.29	-1.9528	-7.59	-1.7811	-6.57	-3.0695	-9.49
Summary statistics:										
N	1936		1936		1936		1936		1936	
n (Dep. Var. = 1)	1326		318		558		406		309	
LL function	-1149.2		-819.0		-1107.3		-961.7		-813.7	
χ^2	114.8		92.2		110.9		64.1		73.8	
% right prediction	70.4		83.6		71.4		79.1		84.0	

Note: The reference groups are non-user non-innovator, located in Ontario, belonging to the "other" industrial sector, facing 0-5 competitors, born prior to 1975, experiencing low output growth, owned by foreigners, with 1-19 employees, and employees are not unionized.

References

Arundel, A. 1997. "Enterprise Strategies and Barriers to Innovation." In *Innovation Measurement and Policies*. Edited by A. Arundel and R. Garrelfs (eds.) European Commission, EIMS publication 50. pp. 101-108.

Australian Bureau of Statistics. 1989. *Manufacturing Technology Statistics*. Catalogue No. 81230. Canberra.

Baldwin, J.R. 1996. "Innovation: The Key to Success in Small Firms." In *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*. Edited by J. de la Mothe and G. Paquette. London: Pinter.

Baldwin, J.R. 1999. *Innovation, Training and Success*. Research Paper No. 137. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and M. Da Pont. 1996. *Innovation in Canadian Manufacturing Enterprises*. Catalogue 88-513-XPB. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and B. Diverty. 1995. *Advanced Technology Use in Canadian Manufacturing Establishments*. Research Paper No. 85. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty and D. Sabourin. 1995. *Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives*. Research Paper No. 75 Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada. Also published in T. Courchene (ed.) *Technology, Information and Public Policy*. John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario. Queen's University.

Baldwin, J.R., G. Gellatly, J. Johnson and V. Peters. 1998. *Innovation in Dynamic Service Industries*. Catalogue No. 88-516-XPB. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R., T. Gray and J. Johnson. 1996. "Advanced Technology Use and Training in Canadian Manufacturing." *Canadian Business Economics* 5: fall, 1996. 51-70.

Baldwin, J.R. and J. Johnson. 1996. "Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada." *Research Policy* 25: 785-804.

Baldwin, J.R. and J. Johnson. 1998. "Innovator Typologies, Related Competencies, and Performance." In G. Eliasson, C. Green and C. McCann, Jr. (ed), *Microfoundations of Economic Growth: A Schumpeterian Perspective*, 227-253, Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan Press.

Baldwin, J.R. and J. Johnson. 1999. "Innovation and Entry." In *Are Small Firms Important? Their Role and Impact*. Edited by Z. Acs. Kluwer.

Baldwin, J.R. and P. Hanel. 2002. *Knowledge Creation and Innovation Activity in an Open Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. Forthcoming.

Baldwin, J.R. and D. Sabourin. 1995. *Technology Adoption in Canadian Manufacturing*. Catalogue No. 88-512. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Baldwin, J.R. and D. Sabourin. 1997. "Factors affecting technology adoption: A Comparison of Canada and the United States." *Canadian Economic Observer*. Ottawa: Statistics Canada. August pp. 3.1-3.17.

Baldwin, J.R., P. Hanel and D. Sabourin. 2001. "Determinants of Innovative Activity in Canadian Manufacturing Firms." In *Innovation and Firm Performance. Econometric Explorations of Survey Data*. Edited by Alfred Kleinknecht and P. Mohnen. London and Basingstoke: Palgrave. Forthcoming.

Baldwin, J.R., D. Sabourin and M. Rafiquzzaman. 1996. *Benefits and Problems Associated with Technology Adoption in Canadian Manufacturing*. Catalogue No. 88-514. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

Beaumont, N.B. and R.M. Schroder. 1997. "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance amongst Australian Manufacturers." *Technovation* 17(6) 297-307.

Cosh, A., A. Hughes and E. Wood. 1996. "Innovation in UK SMEs: Causes and the Consequences for Firm Failure and Acquisition." Working Paper 48. Cambridge: University of Cambridge ESRC Centre for Business Research.

Evangelista, R. and G. Sirilli. 1997. "Innovation in Services and Manufacturing: Results from the Italian Surveys." Working Paper 73. Cambridge: University of Cambridge ESRC Centre for Business Research.

Gellatly. G. and V. Peters. 1999. *Differences in Innovator and Non-Innovator Profiles: Small Establishments in Business Services*. Research Paper No. 143. Analytical Studies Branch. Ottawa: Statistics Canada.

OECD. 1991. *Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology*. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development.

Papaconstantinou, G., N. Sakurai, A. Wyckoff, J. Fagerberg and E. Ionnidis. 1996. *Technology Diffusion, Productivity and International Competitiveness: An Empirical Analysis*. Report for the European Commission. EIMS Publication No. 13.

Rischel, T.D. and O.M. Burns. 1997. "The Impact of Technology on Small Manufacturing Firms." *Journal of Small Business Management* 35: 2-10.

Robson, M., J. Townsend and K. Pavitt. 1988. "Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the UK: 1945-1983." *Research Policy* 17: 1-14.

Small, M.H. 1998. "Objectives for Adopting Advanced Manufacturing Systems: Promise and Performance." *Industrial Management and Data Systems* 98: 129-37.

Spina, G., E. Bartezzaghi, A. Bart, R. Cagliano, D. Draaijer and H. Boer. 1996. Strategically Flexible Production: The Multifocused Manufacturing Paradigm." *International Journal of Operations and Production Management* 16: 20-41.

Tracey, M., M.A. Vonderrembse and J.S. Lim. 1999. "Manufacturing Technology and Strategy Formulation: Keys to Enhancing Competitiveness and Improving Performance." *Journal of Operations Management* 17: 4111-428.

United States Bureau of the Census. 1989. *Manufacturing Technology 1988*. SMT (88-1). Washington: U.S. Department of Commerce.

United States Bureau of the Census. 1993. *Manufacturing Technology: Prevalence and Plans for Use: 1993*. SMT (93-3). Current Industrial Reports. Washington: U.S. Department of Commerce.

Young, R.C., J.D. Francis and C. Young. 1993. "Innovation, High-Technology Use and Flexibility in Small Manufacturing Firms." *Growth and Change* 24: 67-86.

ANALYTICAL STUDIES BRANCH
RESEARCH PAPER SERIES

No. 1 *Behavioural Response in the Context of Socio-Economic Microanalytic Simulation,* ***Lars Osberg*** ***(April 1986)***

No. 2 *Unemployment and Training,* ***Garnett Picot*** ***(1987)***

No. 3 *Homemaker Pensions and Lifetime Redistribution,* ***Michael Wolfson*** ***(August 1987)***

No. 4 *Modeling the Lifetime Employment Patterns of Canadians,* ***Garnett Picot*** ***(Winter 1986)***

No. 5 *Job Loss and Labour Market Adjustment in the Canadian Economy,* ***Garnett Picot and Ted Wannell*** ***(1987)***

No. 6 *A System of Health Statistics: Toward a New Conceptual Framework for Integrating Health Data,* ***Michael C. Wolfson*** ***(March 1990)***

No. 7 *A Prototype Micro-Macro Link for the Canadian Household Sector,* ***Hans J. Adler and Michael C. Wolfson*** ***(August 1987)***

No. 8 *Notes on Corporate Concentration and Canada's Income Tax,* ***Michael C. Wolfson*** ***(October 1987)***

No. 9 *The Expanding Middle: Some Canadian Evidence on the Deskilling Debate,* ***John Myles*** ***(Fall 1987)***

No. 10 *The Rise of the Conglomerate Economy,* ***Jorge Niosi*** ***(1987)***

No. 11 *Energy Analysis of Canadian External Trade: 1971 and 1976,* ***K.E. Hamilton*** ***(1988)***

No. 12 *Net and Gross Rates of Land Concentration,* ***Ray D. Bollman and Philip Ehrensaft*** ***(1988)***

No. 13 *Cause-Deleted Life Tables for Canada (1972 to 1981): An Approach Towards Analyzing Epidemiological Transition,* ***Dhruva Nagnur and Michael Nagrodski*** ***(November 1987)***

No. 14 *The Distribution of the Frequency of Occurrence of Nucleotide Subsequences, Based on Their Overlap Capability,* ***Jane F. Gentleman and Ronald C. Mullin*** ***(1988)***

No. 15 *Immigration and the Ethnolinguistic Character of Canada and Quebec,* ***Réjean Lachapelle*** ***(1988)***

No. 16 *Integration of Canadian Farm and Off-Farm Markets and the Off-Farm Work of Women, Men and Children,* ***Ray D. Bollman and Pamela Smith*** ***(1988)***

No. 17 *Wages and Jobs in the 1980s: Changing Youth Wages and the Declining Middle,* ***J. Myles, G. Picot and T. Wannell*** ***(July 1988)***

No. 18 *A Profile of Farmers with Computers,* ***Ray D. Bollman*** ***(September 1988)***

No. 19 *Mortality Risk Distributions: A Life Table Analysis,* ***Geoff Rowe*** ***(July 1988)***

No. 20 *Industrial Classification in the Canadian Census of Manufactures: Automated Verification Using Product Data,* ***John S. Crysdale*** ***(January 1989)***

No. 21 *Consumption, Income and Retirement,* ***A.L. Robb and J.B. Burbridge*** ***(1989)***

No. 22 *Job Turnover in Canada's Manufacturing Sector,* ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (Summer 1989)***

No. 23 *Series on The Dynamics of the Competitive Process,* ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (1990)***

A. *Firm Entry and Exit Within the Canadian Manufacturing Sector.*
B. *Intra-Industry Mobility in the Canadian Manufacturing Sector.*
C. *Measuring Entry and Exit in Canadian Manufacturing: Methodology.*
D. *The Contribution of the Competitive Process to Productivity Growth: The Role of Firm and Plant Turnover.*
E. *Mergers and the Competitive Process.*
F. *n/a*
G. *Concentration Statistics as Predictors of the Intensity of Competition.*
H. *The Relationship Between Mobility and Concentration for the Canadian Manufacturing Sector.*

No. 24 *Mainframe SAS Enhancements in Support of Exploratory Data Analysis,* ***Richard Johnson, Jane F. Gentleman and Monica Tomiak (1989)***

No. 25 *Dimensions of Labour Market Change in Canada: Intersectoral Shifts, Job and Worker Turnover,* ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (1989)***

No. 26 *The Persistent Gap: Exploring the Earnings Differential Between Recent Male and Female Postsecondary Graduates,* ***Ted Wannell (1989)***

No. 27 *Estimating Agricultural Soil Erosion Losses From Census of Agriculture Crop Coverage Data,* ***Douglas F. Trant (1989)***

No. 28 *Good Jobs/Bad Jobs and the Declining Middle: 1967-1986,* ***Garnett Picot, John Myles, Ted Wannel (1990)***

No. 29 *Longitudinal Career Data for Selected Cohorts of Men and Women in the Public Service, 1978-1987,* ***Garnett Picot and Ted Wannell (1990)***

No. 30 *Earnings and Death-Effects Over a Quarter Century,* ***Michael Wolfson, Geoff Rowe, Jane F. Gentleman and Monica Tomiak (1990)***

No. 31 *Firm Response to Price Uncertainty: Tripartite Stabilization and the Western Canadian Cattle Industry,* ***Theodore M. Horbulyk (1990)***

No. 32 *Smoothing Procedures for Simulated Longitudinal Microdata,* ***Jane F. Gentleman,Dale Robertson and Monica Tomiak (1990)***

No. 33 *Patterns of Canadian Foreign Direct Investment Abroad,* ***Paul K. Gorecki (1990)***

No. 34 *POHEM - A New Approach to the Estimation of Health Status Adjusted Life Expectancy,* ***Michael C. Wolfson (1991)***

No. 35 *Canadian Jobs and Firm Size: Do Smaller Firms Pay Less?,* ***René Morissette (1991)***

No. 36 *Distinguishing Characteristics of Foreign High Technology Acquisitions in Canada's Manufacturing Sector,* ***John R. Baldwin and Paul K. Gorecki (1991)***

No. 37 *Industry Efficiency and Plant Turnover in the Canadian Manufacturing Sector,* ***John R. Baldwin (1991)***

No. 38 *When the Baby Boom Grows Old: Impacts on Canada's Public Sector,* **Brian B. Murphy and Michael C. Wolfson (1991)**

No. 39 *Trends in the Distribution of Employment by Employer Size: Recent Canadian Evidence,* **Ted Wannell (1991)**

No. 40 *Small Communities in Atlantic Canada: Their Industrial Structure and Labour Market Conditions in the Early 1980s,* **Garnett Picot and John Heath (1991)**

No. 41 *The Distribution of Federal/Provincial Taxes and Transfers in Rural Canada,* **Brian B. Murphy (1991)**

No. 42 *Foreign Multinational Enterprises and Merger Activity in Canada,* **John Baldwin and Richard Caves (1992)**

No. 43 *Repeat Users of the Unemployment Insurance Program,* **Miles Corak (1992)**

No. 44 *POHEM -- A Framework for Understanding and Modeling the Health of Human Populations,* **Michael C. Wolfson (1992)**

No. 45 *A Review of Models of Population Health Expectancy: A Micro-Simulation Perspective,* **Michael C. Wolfson and Kenneth G. Manton (1992)**

No. 46 *Career Earnings and Death: A Longitudinal Analysis of Older Canadian Men,* **Michael C. Wolfson, Geoff Rowe, Jane Gentleman and Monica Tomiak (1992)**

No. 47 *Longitudinal Patterns in the Duration of Unemployment Insurance Claims in Canada,* **Miles Corak (1992)**

No. 48 *The Dynamics of Firm Turnover and the Competitive Process,* **John Baldwin (1992)**

No. 49 *Development of Longitudinal Panel Data from Business Registers: Canadian Experience,* **John Baldwin, Richard Dupuy and William Penner (1992)**

No. 50 *The Calculation of Health-Adjusted Life Expectancy for a Canadian Province Using a Multi-Attribute Utility Function: A First Attempt,* **J.-M. Berthelot, R. Roberge and M.C. Wolfson (1992)**

No. 51 *Testing the Robustness of Entry Barriers,* **J.R. Baldwin and M. Rafiquzzaman (1993)**

No. 52 *Canada's Multinationals: Their Characteristics and Determinants,* **Paul K. Gorecki (1992)**

No. 53 *The Persistence of Unemployment: How Important were Regional Extended Unemployment Insurance Benefits?,* **Miles Corak, Stephen Jones (1993)**

No. 54 *Cyclical Variation in the Duration of Unemployment Spells,* **Miles Corak (1992)**

No. 55 *Permanent Layoffs and Displaced Workers: Cyclical Sensitivity, Concentration, and Experience Following the Layoff,* **Garnett Picot and Wendy Pyper (1993)**

No. 56 *The Duration of Unemployment During Boom and Bust,* **Miles Corak (1993)**

No. 57 *Getting a New Job in 1989-90 in Canada,* **René Morissette (1993)**

No. 58 *Linking Survey and Administrative Data to Study Determinants of Health,* **P. David, J.-M. Berthelot and C. Mustard (1993)**

No. 59 *Extending Historical Comparability in Industrial Classification,* **John S. Crysdale (1993)**

No. 60 *What is Happening to Earnings Inequality in Canada?,* **R. Morissette, J. Myles and G. Picot (June 1994)**

No. 61 *Structural Change in the Canadian Manufacturing Sector, (1970-1990),* ***J. Baldwin and M. Rafiquzzaman (July 1994)***

No. 62 *Unemployment Insurance, Work Disincentives, and the Canadian Labour Market: An Overview,* ***Miles Corak (January 1994)***

No. 63 *Recent Youth Labour Market Experiences in Canada,* ***Gordon Betcherman and René Morissette (July 1994)***

No. 64 *A Comparison of Job Creation and Job Destruction in Canada and the United States,* ***John Baldwin, Timothy Dunne and John Haltiwanger (July 1994)***

No. 65 *What is Happening to Weekly Hours Worked in Canada?,* ***René Morissette and Deborah Sunter (June 1994)***

No. 66 *Divergent Inequalities -- Theory, Empirical Results and Prescriptions,* ***Michael C. Wolfson (May 1995)***

No. 67 *XEcon: An Experimental / Evolutionary Model of Economic Growth,* ***Michael C. Wolfson (June 1995)***

No. 68 *The Gender Earnings Gap Among Recent Postsecondary Graduates, 1984-92,* ***Ted Wannell and Nathalie Caron (November 1994)***

No. 69 *A Look at Employment-Equity Groups Among Recent Postsecondary Graduates: Visible Minorities, Aboriginal Peoples and the Activity Limited,* ***Ted Wannell and Nathalie Caron (November 1994)***

No. 70 *Employment Generation by Small Producers in the Canadian Manufacturing Sector,* ***John R. Baldwin and Garnett Picot (November 1994)***

No. 71 *Have Small Firms Created a Disproportionate Share of New Jobs in Canada? A Reassessment of the Facts,* ***Garnett Picot, John Baldwin and Richard Dupuy (November 1994)***

No. 72 *Selection Versus Evolutionary Adaptation: Learning and Post-Entry Performance,* ***J. Baldwin and M. Rafiquzzaman (May 1995)***

No. 73 *Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada,* ***J. Baldwin and J. Johnson (February 1995)***

No. 74 *Human Capital Development and Innovation: The Case of Training in Small and Medium Sized-Firms,* ***J. Baldwin and J. Johnson (March 1995)***

No. 75 *Technology Use and Industrial Transformation: Emprirical Perspectives,* ***John Baldwin, Brent Diverty and David Sabourin (August 1995)***

No. 76 *Innovation: The Key to Success in Small Firms,* ***John R. Baldwin (February 1995)***

No. 77 *The Missing Link: Data on the Demand side of Labour Markets,* ***Lars Osberg (April 1995)***

No. 78 *Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector from 1970 to 1990: Industry and Regional Dimensions of Job Turnover,* ***J. Baldwin and M. Rafiquzzaman (July 1995)***

No. 79 *Human Capital and the Use of Time,* ***Frank Jones (June 1995)***

No. 80 *Why Has Inequality in Weekly Earnings Increased in Canada?,* ***René Morissette (July 1995)***

No. 81 *Socio-Economic Statistics and Public Policy: A New Role For Microsimulation Modeling,* ***Michael C. Wolfson (July 1995)***

No. 82 *Social Transfers, Changing Family Structure, and Low Income Among Children,* ***Garnett Picot and John Myles (September 1995)***

No. 83 *Alternative Measures of the Average Duration of Unemployment,* ***Miles Corak and Andrew Heisz (October 1995)***

No. 84 *The Duration of Unemployment: A User Guide,* ***Miles Corak and Andrew Heisz (December 1995)***

No. 85 *Advanced Technology Use in Manufacturing Establishments,* ***John R. Baldwin and Brent Diverty (November 1995)***

No. 86 *Technology Use, Training and Plant-Specific Knowledge in Manufacturing Establishments,* ***John R. Baldwin, Tara Gray and Joanne Johnson (December 1995)***

No. 87 *Productivity Growth, Plant Turnover and Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector,* ***John R. Baldwin (November 1995)***

No. 88 *Were Small Producers the Engines of Growth in the Canadian Manufacturing Sector in the 1980s?,* ***John R. Baldwin (October 1996)***

No. 89 *The Intergenerational Income Mobility of Canadian Men,* ***Miles Corak and Andrew Heisz (January 1996)***

No. 90 *The Evolution of Payroll Taxes in Canada: 1961 - 1993,* ***Zhengxi Lin, Garnett Picot and Charles Beach (February 1996)***

No. 91 *Project on Matching Census 1986 Database and Manitoba Health Care Files: Private Households Component,* ***Christian Houle, Jean-Marie Berthelot, Pierre David, Cam Mustard, L. Roos and M.C. Wolfson (March 1996)***

No. 92 *Technology-induced Wage Premia in Canadian Manufacturing Plants during the 1980s,* ***John Baldwin, Tara Gray and Joanne Johnson (December 1996)***

No. 93 *Job Creation by Company Size Class: Concentration and Persistence of Job Gains and Losses in Canadian Companies,* ***Garnett Picot and Richard Dupuy (April 1996)***

No. 94 *Longitudinal Aspects of Earnings Inequality in Canada,* ***René Morissette and Charles Bérubé (July 1996)***

No. 95 *Changes in Job Tenure and Job Stability in Canada,* ***Andrew Heisz (November 1996)***

No. 96 *Are Canadians More Likely to Lose Their Jobs in the 1990s?,* ***Garnett Picot and Zhengxi Lin (August 6, 1997)***

No. 97 *Unemployment in the Stock and Flow,* ***Michael Baker, Miles Corak and Andrew Heisz (September 1996)***

No. 98 *The Effect of Technology and Trade on Wage Differentials Between Nonproduction and Production Workers in Canadian Manufacturing,* ***John R. Baldwin and Mohammed Rafiquzzaman (May 1998)***

No. 99 *Use of POHEM to Estimate Direct Medical Costs of Current Practice and New Treatments Associated with Lung Cancer in Canada,* ***C. Houle, B.P. Will, J.-M. Berthelot, Dr. W.K. Evans (May 1997)***

No. 100 *An Experimental Canadian Survey That Links Workplace Practices and Employee Outcomes: Why it is Needed and How it Works,* ***Garnett Picot, Ted Wannell (May 1997)***

No. 101 *Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments: The Importance of Engineering Practices,* ***John Baldwin and David Sabourin (November 1999)***

No. 102 *Differences in Strategies and Performances of Different Types of Innovators,* **John R. Baldwin and Joanne Johnson (December 1997)**

No. 103 *Permanent Layoffs in Canada: Overview and Longitudinal Analysis,* **Garnett Picot, Zhengxi Lin and Wendy Pyper (September, 1997)**

No. 104 *Working More? Working Less? What do Canadian Workers Prefer?,* **Marie Drolet and René Morissette (May 20, 1997)**

No. 105 *Growth of Advanced Technology Use in Canadian Manufacturing During the 1990's,* **by John Baldwin, Ed Rama and David Sabourin (December 14, 1999)**

No. 106 *Job Turnover and Labour Market Adjustment in Ontario from 1978 to 1993,* **by Zhengxi Lin and Wendy Pyper (1997)**

No. 107 *The Importance of Research and Development for Innovation in Small and Large Canadian Manufacturing Firms,* **John R. Baldwin (September 24, 1997)**

No. 108 *International Competition and Industrial Performance: Allocative Efficiency, Productive Efficiency, and Turbulence,* **John R. Baldwin and Richard E. Caves (October 1997)**

No. 109 *The Dimensions of Wage Inequality among Aboriginal Peoples,* **Rachel Bernier (December 1997)**

No. 110 *Trickling Down or Fizzling Out? Economic Performance, Transfers, Inequality and Low Income,* **Myles Zyblock and Zhengxi Lin (December 10, 1997)**

No. 111 *Corporate Financial Leverage: A Canada - U.S. Comparison, 1961-1996,* **Myles Zyblock (December 1997)**

No. 112 *An explanation of the Increasing Age Premium,* **Constantine Kapsalis (July 1998)**

No. 113 *The Intergenerational Earnings and Income Mobility of Canadian Men: Evidence from Longitudinal Income Tax Data,* **Miles Corak and Andrew Heisz (October, 1998)**

No. 114 *Foreign-Born vs Native-Born Canadians: A Comparison of Their Inter-Provincial Labour Mobility,* **Zhengxi Lin (September 1998)**

No. 115 *Living Arrangements and Residential Overcrowding: the situation of older immigrants in Canada, 1991,* **K.G. Basavarajappa (September 1998)**

No. 116 *What is Happening to Earnings Inequality and Youth Wages in the 1990s?,* **Garnett Picot (July 1998)**

No. 117 *The Determinants of the Adoption Lag for Advanced Manufacturing Technologies,* **John R. Baldwin and Mohammed Rafiquzzaman (August 1998)**

No. 118 *Labour Productivity Differences Between Domestic and Foreign-Controlled Establishments in the Canadian Manufacturing Sector,* **John R. Baldwin and Naginder Dhaliwal (March 1, 2000)**

No. 119 *Technology Adoption: A Comparison Between Canada and the United States,* **John R. Baldwin and David Sabourin (August 1998)**

No. 120 *Are There High-Tech Industries or Only High-Tech Firms? Evidence From New Technology-Based firms,* **John R. Baldwin and Guy Gellatly (December 1998)**

No. 121 *A Portrait of Entrants and Exits,* **John R. Baldwin (June 1999)**

No. 122 Determinants of Innovative Activity in Canadian Manufacturing Firms: The Role of Intellectual Property Right, ***John R. Baldwin, Petr Hanel and David Sabourin (March 7, 2000)***

No. 123 Innovation and Training in New Firms ***John R. Baldwin (November 2000)***

No. 124 New Views on Inequality Trends in Canada and the United States, ***Michael C. Wolfson and Brian B. Murphy (August 1998 and October 1999 (paper)***

No. 125 Employment Insurance in Canada: Recent Trends and Policy Changes, ***Zhengxi Lin (September 1998)***

No. 126 Computers, Fax Machines and Wages in Canada: What Really Matters?, ***René Morissette and Marie Drolet (October 1998)***

No. 127 Understanding the Innovation Process: Innovation in Dynamic Service Industries, ***Guy Gellatly and Valerie Peters (December 1999)***

No. 128 Recent Canadian Evidence on Job Quality by Firm Size, ***Marie Drolet and René Morissette (November 1998)***

No. 129 Distribution, Inequality and Concentration of Income Among Older Immigrants in Canada, 1990 , ***K.G Basavarajappa (April 1999)***

No. 130 Earnings Dynamics and Inequality among Canadian Men, 1976-1992: Evidence from Longitudinal Income Tax Records, ***Michael Baker and Gary Solon (February 1999)***

No. 131 The Returns to Education, and the Increasing Wage Gap Between Younger and Older Workers, ***C. Kapsalis, R. Morissette and G. Picot (March 1999)***

No. 132 Why Do Children Move Into and Out of Low Income: Changing Labour Market Conditions or Marriage and Divorce?, ***G. Picot, M. Zyblock and W. Pyper (March 1999)***

No. 133 Rising Self-Employment in the Midst of High Unemployment: An Empirical Analysis of Recent Developments in Canada, ***Zhengxi Lin, Janice Yates and Garnett Picot (March 1999)***

No. 134 The Entry and Exit Dynamics of Self-Employment in Canada, ***Zhengxi Lin, Garnett Picot and Janice Yates (March 1999)***

No. 135 Death and Divorce: The Long-term Consequences of Parental Loss on Adolescents, ***Miles Corak (June 9, 1999)***

No. 136 In progress ***(Frank Jones)***

No. 137 Innovation, Training and Success, ***John Baldwin (October 1999)***

No. 138 The Evolution of Pension Coverage of Young and Older Workers in Canada, ***René Morissette and Marie Drolet (December 1999)***

No. 139 Import Competition and Market Power: Canadian Evidence, ***Aileen J. Thompson (April 2000)***

No. 140 Gender Composition and Wages: Why is Canada Different from the United States, ***Michael Baker and Nicole Fortin (August 2000)***

No. 141 The Transition to Work for Canaddian University Graduates: Time to First Job, 1982-1990, ***Julian Betts, Christopher Ferrall and Ross Finnie (December 2000)***

No. 142 Who Moves? A Panel Logit Model Analysis of Interprovincial Migration in Canada, **Ross Finnie (August 2000)**

No. 143 Differences in Innovator and Non-Innovator Profiles: Small Establishments in Business Services, **Guy Gellatly (December 1999)**

No. 144 Social Transfers, Earnings and Low-Income Intensity Among Canadian Children, 1981-1996: Highlighting Recent Development in Low-Income Measurement, **John Myles and Garnett Picot (March 2000)**

No. 145 How Much of Canada's Unemployment is Structural?, **Lars Osberg and Zhengxi Lin (October 2000)**

No. 146 To What Extent Are Canadians Exposed to Low-Income?, **René Morissette and Marie Drolet (April, 2000)**

No. 147 The Maturation of Canada's Retirement Income System: Income Levels, Income Inequality and Low-Income among the Elderly, **John Myles (March 6, 2000)**

No. 148 The Performance of the 1990s Canadian Labour Market, **Garnett Picot and Andrew Heisz (April, 2000)**

No. 149 Payroll Taxes in Canada Revisited: Structure, Statutory Parameters, and Recent Trends **Zhengxi Lin (August, 2001)**

No. 150 Patterns of Corporate Diversification in Canada: An Empirical Analysis, **John R. Baldwin, Desmond Beckstead,Guy Gellatly and Alice Peters (June, 2000)**

No. 151 Multinationals and the Canadian Innovation Process, **John R. Baldwin and Petr Hanel (June, 2000)**

No. 152 Rural Youth: Stayers, Leavers and Return Migrants, **Richard Dupuy, Francine Mayer and René Morissette (September 5, 2000)**

No. 153 Female Employment Rates and Labour Market Attachment in Rural Canada, **Euan Phimster, Esperanza Vera Toscano, Alfons Weersink (December 2000)**

No. 154 Training as a Human Resource Strategy: The Response to Staff Shortages and Technological Change, **John R. Baldwin and Valerie Peters (Forthcoming)**

No. 155 Job Tenure, Worker Mobility and the Youth Labour Market during the 1990s, **G. Picot, A. Heisz and A. Nakamura (March 2001)**

No. 156 The Impact of International Trade on the Wages of Canadians, **Omar Zakhilwal (December 2000)**

No. 157 The Persistent Gap: New Evidence on the Canadian Gender Wage Gap, **Marie Drolet (December 2000)**

No. 158 In Search of Intergenerational Credit Constraints Among Canadian Men: Quantile Versus Mean Regression Tests for Binding Crefdit Constraints, **Nathan D. Grawe (December 2000)**

No. 159 Intergenerational Influences on the Receipt of Unemployment Insurance in Canada and Sweden, **Miles Corak, Bjorn Gustaffson and Torun Osterberg (December 2000)**

No. 160 Neighbourhood Inequality in Canadian Cities, **John Myles, Garnett Picot and Wendy Pyper (December 13, 2000)**

No. 161 Low-Income Intensity Among Urban and Rural Canadians: 1993 and 1997, **Andrew Heisz** *(forthcoming)*

No. 162 The Evolution of Job Stability in Canada: Trends and Comparisons to U.S. Results, **Andrew Heisz and Mark Walsh** *(forthcoming)*

No. 163 The Effects of Inter-Provincial Mobility on Individuals' Earnings: Panel Model Estimates for Canada, ***Ross Finnie*** *(June, 2000)*

No. 164 Early Labour Market Outcomes of Recent Canadian University Graduates by Discipline: A Longitudinal, Cross-Cohort Analysis, ***Ross Finnie*** *(forthcoming)*

No. 165 Innovation and Connectivity: The Nature of Market Linkages and Innovation Networks in Canadian Manufacturing Industries, ***John Baldwin and Alice Peters (May 2001)***

No. 166 An Assessment of EI and SA Reporting in SLID, ***Constantine Kapsalis*** *(June, 2001)*

No. 167 Forthcoming

No. 168 Enhancing Food Safety and Productivity: Technology Use in the Canadian Food Processing Industry, ***John R. Baldwin and David Sabourin*** *(forthcoming)*

No. 169 Forthcoming

No. 170 Income Prospects of British Columbia University Graduates, ***Andrew Heisz (May 2001)***

No. 171 Forthcoming

No. 172 Forthcoming

No. 173 Impediments to Advanced Technology Adoption for Canadian Manufacturers, ***John Baldwin and Zhengxi Lin (August, 2001)***

What if...
WHAT IF there were a place that could save you and your business time and money by offering a consolidated area with the latest in Canadian statistics?
WHAT IF there were a place that offered accessible and reliable data on an assortment of current hot topics on Canadian social and economic themes?
WHAT IF there were a place where analysis experts that know your markets could provide you with advice and customized data at your fingertips?
WHAT IF there were such a place?
THERE IS SUCH A PLACE.
www.statcan.ca
BUILT FOR BUSINESS
The official source of Canadian statistics
All the time — All in one place
729MISC99188-B

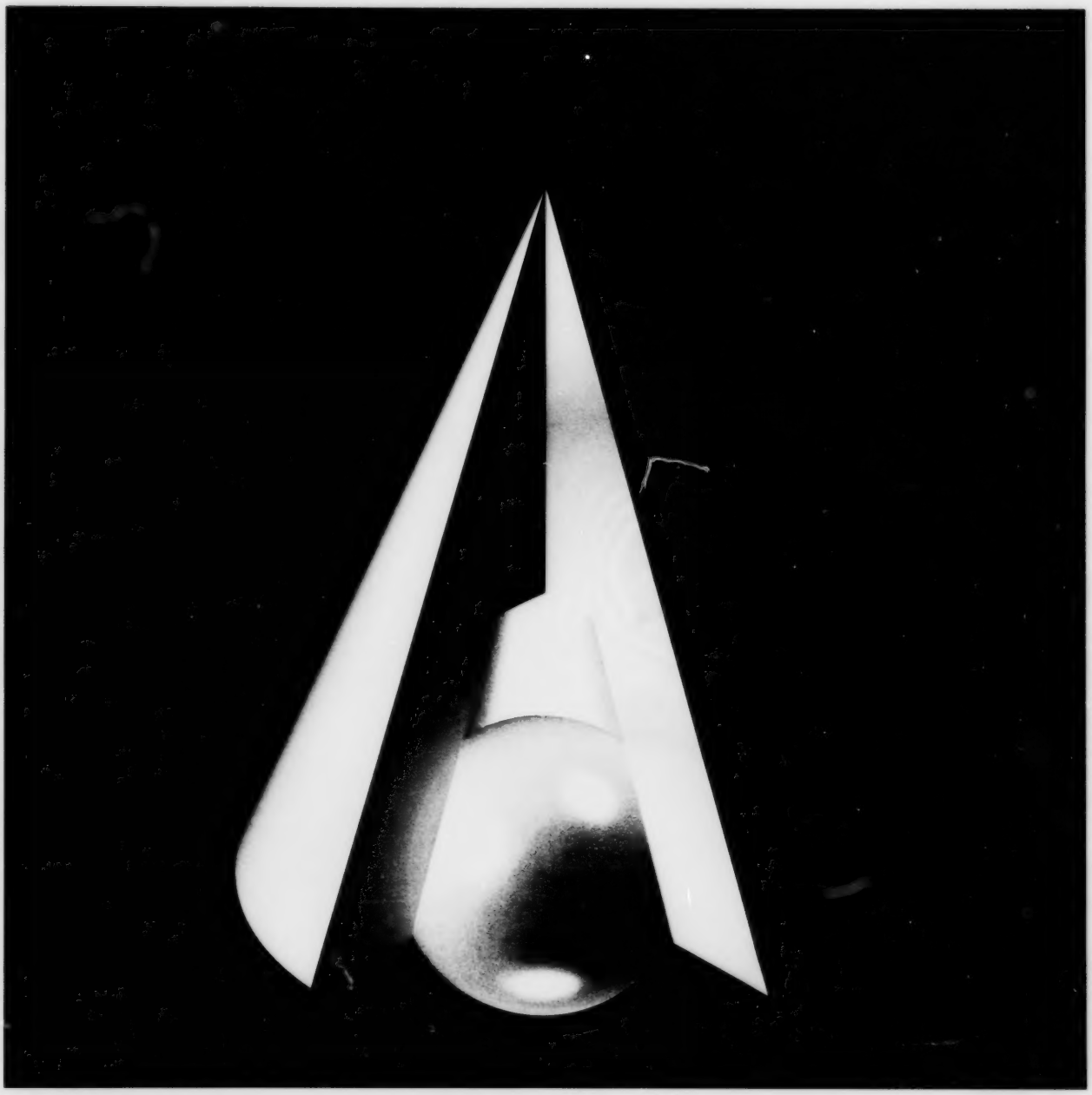
Documents de recherche

Direction des études analytiques

Entraves à l'adoption des technologies de pointe pour les fabricants canadiens

par John R. Baldwin et Zhengxi Lin

N° 173



Statistics Canada Statistique Canada

Canada

DIRECTION DES ÉTUDES ANALYTIQUES
DOCUMENTS DE RECHERCHE

La série de documents de recherche de la Direction des études analytiques permet de faire connaître, avant leur publication, les travaux de recherche effectués par le personnel de la direction, les boursiers invités et les universitaires associés. Cette série a pour but de favoriser la discussion sur divers sujets, notamment le travail, la dynamique des entreprises commerciales, les pensions, l'agriculture, la mortalité, la langue, l'immigration, la statistique informatique et la simulation. On incite les lecteurs à faire part aux auteurs de leurs commentaires, critiques ou suggestions. Une liste des titres figure à l'arrière de ce document.

Les documents de la série sont distribués aux bureaux régionaux de Statistique Canada, aux représentants statistiques des provinces, aux instituts de recherche et aux bibliothèques spécialisées. Vous pouvez vous procurer une copie du document par Internet : ***www.statcan.ca***.

Pour obtenir un ensemble de résumés des documents de la série ou un exemplaire des documents (en français ou en anglais), veuillez communiquer avec :

Comité de révision des publications
Direction des études analytiques, Statistique Canada
24^{e} étage, Immeuble R.-H. Coats
Ottawa, Ontario, K1A 0T6
(613) 951-6325

Entraves à l'adoption des technologies de pointe pour les fabricants canadiens

par

John R. Baldwin*

et

Zhengxi Lin**

11F0019MPE N° 173
ISSN : 1200-5231
ISBN : 0-660-96570-4

N° 173

* Division de l'analyse micro-économique
24e étage, Immeuble R.-H. Coats
Statistique Canada
Ottawa, K1A 0T6
(613) 951-8588
Courriel : baldjoh@statcan.ca
Télécopieur : (613) 951-5403

** Anciennement de Statistique Canada
et actuellement avec
Développement des ressources humaines Canada

Août 2001

Le nom des auteurs est inscrit selon l'ordre alphabétique.

Ce document reflète les opinions des auteurs et non celles de Statistique Canada.

Also available in English

Table des matières

Résumé v

Remerciements vii

1. Introduction 1

2. Adoption des technologies de pointe : aperçu des avantages et des entraves 2

2.1 Source de données 2

2.2 Avantages de l'adoption des technologies de pointe 5

2.3 Entraves à l'adoption des technologies de pointe 8

3. Déterminants des entraves à l'adoption des technologies de pointe 13

3.1 Autres mesures des activités technologiques et innovatrices 13

3.2 Caractéristiques d'une usine 14

3.3 Résultats empiriques 16

4. Conclusion 24

Annexe 26

Bibliographie 29

Résumé

Nous examinons dans le présent document, à l'aide de données d'enquête, les problèmes auxquels font face les entreprises du secteur canadien de la fabrication lorsqu'elles décident d'adopter des technologies de pointe. Les données montrent que l'utilisation des technologies de pointe est relativement importante (leurs utilisateurs représentant plus de 80 % de toutes les livraisons), mais que leur emploi n'est pas répandu dans les entreprises (leurs utilisateurs ne constituant qu'environ le tiers de tous les établissements). Cette situation vient notamment du fait que les technologies de pointe offrent une vaste gamme d'avantages, mais que les entreprises sont également confrontées à une série d'entraves, des problèmes qui les empêchent d'adopter ces technologies. Ces entraves s'inscrivent à l'intérieur de cinq groupes : les problèmes liés aux coûts, les problèmes liés au cadre institutionnel, les problèmes en matière de main-d'œuvre, les problèmes liés à la structure organisationnelle et les problèmes en matière d'information.

Même si l'on pourrait s'attendre à ce que les entraves soient plus grandes pour les non-utilisateurs que pour les utilisateurs des technologies de pointe, c'est le contraire qui se produit. Nous postulons qu'il en est ainsi parce que l'innovation suppose un processus d'apprentissage. Les innovateurs et les utilisateurs des technologies de pointe font face à des problèmes qu'ils doivent régler et les entreprises plus innovatrices ont des plus gros problèmes. Nous vérifions ce postulat en examinant les facteurs liés au fait qu'une entreprise signale ou ne signale pas qu'elle a fait face à des entraves. Notre analyse multidimensionnelle révèle que les utilisateurs des technologies de pointe et que les entreprises qui innovent signalent plus souvent des entraves que les non-utilisateurs de ces technologies et que les entreprises qui n'innovent pas. Nous concluons qu'il ne faudrait pas interpréter l'information sur les entraves dans les rapports des enquêtes sur la technologie et d'autres enquêtes connexes (sur l'innovation) comme des obstacles infranchissables qui empêchent les entreprises d'adopter des technologies. Ces enquêtes indiquent plutôt les domaines où les entreprises qui connaissent le succès font face à des problèmes et les règlent.

Mots clés : fabrication, adoption des technologies de pointe, avantages, coûts, entraves.
JEL : L60, O33

Remerciements

Nous remercions Bob Gibson et David Sabourin de leur assistance au niveau des données. Une version précédente du document a été présentée à la Conférence économique de Statistique Canada de 1999. Nous remercions également notre critique, David Steward-Patterson et les participants à la Conférence de leurs commentaires et de leurs suggestions utiles. Une version abrégée de ce document sera publiée dans le journal « Research Policy ».

1. Introduction

En dépit du fait que l'adoption des technologies de pointe soit étroitement liée à des gains de productivité et à d'autres mesures du rendement des entreprises (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995; Beaumont et Schroder, 1997; Papaconstantinou et coll., 1996; Tracey, Vonderrembse et Lim, 1999), seulement 33 % environ des établissements canadiens utilisaient en 1993 au moins une technologie de pointe à l'intérieur de leur processus de production (Baldwin et Sabourin, 1995), ce qui soulève la question consistant à savoir pourquoi certaines entreprises canadiennes utilisent abondamment les technologies de pointe et d'autres ne les adoptent pas du tout.

La décision d'adopter des technologies de pointe dépend en fin de compte des avantages qu'offrent ces technologies et des coûts associés à leur adoption. Lors de l'*Enquête canadienne sur les innovations et les technologies de pointe de 1993*, les utilisateurs des technologies de pointe ont défini une vaste gamme d'avantages à les employer, comme une augmentation de la productivité, une amélioration de la qualité du produit et des conditions de travail, une réduction des coûts de production associés à des facteurs comme une réduction des besoins en main-d'œuvre et des stocks, une réduction de la consommation de matières et d'énergie, une augmentation du taux d'utilisation du matériel et une réduction du taux de rejet en cours de production (Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman, 1996). Ils ont en même temps aussi signalé une foule de coûts associés à l'acquisition des technologies de pointe, comme ceux entraînés par les études et la formation, le temps et l'argent nécessaires pour mettre au point les logiciels exigés et la hausse des dépenses d'entretien. En plus de ces coûts, toutes les entreprises ont signalé une série d'autres entraves à l'adoption des technologies de pointe. Ces entraves incluent des problèmes liés au cadre institutionnel qui sont associés aux régimes fiscaux et à la réglementation et aux normes gouvernementales, des problèmes en matière de main-d'œuvre comme une pénurie de compétences, les difficultés relatives à la formation et les conventions collectives, des problèmes organisationnels ou stratégiques associés à des difficultés liées à la mise en œuvre de changements importants dans l'organisation, l'attitude de la direction et la résistance des travailleurs et des problèmes en matière d'information comme un manque d'information scientifique et technique, de services technologiques et de soutien technique de la part des vendeurs. On a utilisé des listes similaires d'entraves pour étudier les obstacles à l'innovation (Arundel, 1997).

Le présent document porte sur un examen de l'importance des entraves au processus d'adoption de technologies. Nous nous y demandons s'il est prouvé que les non-utilisateurs d'une technologie de pointe trouvent que les entraves à son adoption sont plus grandes que ce que trouvent les utilisateurs de la technologie et s'il y a des plans particuliers sur lesquels les entraves sont les plus grandes. Nous traitons dans la section 2 des données d'enquête utilisées et nous y fournissons un aperçu des avantages de l'adoption des technologies et des entraves à leur adoption exposés à grands traits par les directeurs d'usine. Nous examinons dans la section 3 les facteurs reliés au signalement par une usine du fait qu'elle fait face à une entrave. Cette section est surtout axée sur la question consistant à déterminer si les non-utilisateurs de technologies sont plus susceptibles de signaler une entrave. Nous y constatons que les utilisateurs de technologies sont plus, non pas moins, susceptibles de signaler bien des types d'entraves. Nous y concluons qu'il ne faudrait pas interpréter les obstacles à l'adoption des technologies, au moins tels qu'on

les mesure dans les enquêtes sur la technologie, comme des obstacles infranchissables qui empêchent les entreprises d'adopter des technologies. Ces enquêtes indiquent plutôt les domaines où les entreprises qui connaissent le succès font face à des problèmes et les règlent.

2. Adoption des technologies de pointe : aperçu des avantages et des entraves

Étant donné que la décision d'adopter des technologies de pointe est étroitement reliée aux avantages nets qui découlent, d'après les perceptions, de la mise en service de nouveau matériel, la présente section renferme un aperçu des avantages de l'adoption de ces technologies dans le secteur canadien de la fabrication et du niveau de confrontation des entreprises à différentes entraves. Nous débutons par une brève présentation des données utilisées à l'intérieur de l'analyse.

2.1 Source de données

Les données utilisées pour l'analyse sont tirées des résultats de l'*Enquête sur les innovations et les technologies de pointe (EITP) de 1993* de Statistique Canada. Stratifié par taille, par industrie et par province, l'échantillon de l'EITP de 1993 est tiré au hasard d'une base de sondage de tous les établissements du secteur canadien de la fabrication, que tient à jour la Division du Registre des entreprises de Statistique Canada.

Le questionnaire d'enquête comprend huit sections. Trois sections portent sur l'examen de l'incidence de l'utilisation des technologies de pointe au niveau des usines, des avantages qui en découlent et des entraves qui, selon les déclarations des usines, retardent l'adoption de ces technologies. L'enquête porte aussi sur un examen détaillé des innovations d'une entreprise qui possède une usine (sur l'incidence des innovations, sur l'existence au sein de l'entreprise de services de recherche et de développement et sur les caractéristiques de l'environnement concurrentiel de l'usine). Les données ainsi rassemblées nous fournissent des mesures des entraves à l'utilisation des technologies de pointe et des mesures des activités technologiques et innovatrices des établissements et des entreprises qui possèdent ces établissements. L'enquête nous fournit en outre certaines caractéristiques générales comme la nationalité des propriétaires, le niveau de concurrence et le degré de syndicalisation des employés des usines. On peut trouver plus de détails sur l'enquête dans Baldwin et Sabourin (1995) et dans Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman (1996).

Les données découlant de l'EITP sont combinées à des données, tirées du Recensement des manufactures de Statistique Canada, sur les différentes caractéristiques de chacune des usines incluses dans l'enquête : la taille, l'âge, la nationalité du ou des propriétaires (le contrôle canadien ou étranger) et la croissance au cours de la décennie ayant précédé l'enquête. Nous utilisons ces caractéristiques et d'autres à l'intérieur d'une analyse multidimensionnelle pour déterminer les facteurs liés à une entreprise indiquant qu'elle a fait face à différentes entraves à l'acquisition et à l'adoption de technologies de pointe.

L'enquête sert à collecter de l'information sur 22 technologies de fabrication de pointe qui sont détaillées[1]. Pour la présente analyse, ces technologies sont classées en six groupes suivant leur fonction spécifique à l'intérieur du processus de production : la conception et l'ingénierie, la fabrication et le montage, la manutention automatisée des matériaux, l'inspection et les communications, le système d'information de fabrication et l'intégration et le contrôle. Le tableau 1 détaille ces technologies et le groupe fonctionnel à l'intérieur duquel elles s'inscrivent.

Les usines qui utilisent des technologies de pointe ont tendance à être grandes, mais ne sont pas nombreuses. Les établissements qui utilisaient en 1993 au moins une technologie de pointe représentaient alors plus de 81 % de toutes les livraisons du secteur canadien de la fabrication. (Voir le tableau 2.)[2] L'adoption des technologies de pointe n'est cependant pas étendue. Seuls un peu plus de 33 % des établissements utilisaient au moins une technologie de pointe.

Qu'est-ce qui amène alors certaines entreprises à utiliser les technologies de pointe et d'autres à ne pas les adopter du tout? La décision d'adopter une technologie de pointe repose en fin de compte sur les avantages qu'offre cette technologie et sur les coûts liés à son adoption. Cette dernière repose sur les entraves auxquelles les entreprises font face. Les deux sous-sections qui suivent renferment un aperçu des avantages et des entraves liées à l'adoption des technologies de pointe.

[1] Des enquêtes connexes uniquement axées sur la technologie ont été menées par l'Australian Bureau of Statistics (1989) et par le U.S. Bureau of the Census (1989 et 1993).

[2] Les établissements qui prévoyaient utiliser au moins une technologie de pointe au cours des deux années suivantes représentaient un autre 3 % des livraisons.

Tableau 1. Technologies de fabrication de pointe

Groupe fonctionnel	Technologie	Description
Conception et ingénierie	• Conception/ingénierie assistées par ordinateur	• Utilisation d'ordinateurs pour tracer et concevoir des pièces ou des produits (CAO/IAO)
	• Résultats de la CAO appliqués au contrôle de la fabrication	• Utilisation des résultats de la CAO pour le contrôle des machines servant à la fabrication
	• Représentation numérique des résultats de la CAO	• Utilisation de la représentation numérique des résultats de la CAO pour le contrôle des machines servant à la fabrication
Fabrication et montage	• Cellules/systèmes de fabrication flexibles	• Machines à capacités de traitement de matériel entièrement intégrées et contrôlées par ordinateur ou par des dispositifs de commande programmables
	• Machines à commande numérique ou à commande numérique pilotée par ordinateur	• Machine unique à commande numérique ou à commande numérique pilotée par ordinateur avec ou sans capacités de manutention automatisée des matériaux
	• Systèmes d'usinage laser	• Technologie au laser utilisée pour la soudure, le découpage, le traitement, le traçage et le marquage
	• Bras-transferts	• Robot unique transportant des articles d'un endroit à un autre
	• Autres robots	
Manutention automatisée des matériaux	• Systèmes de stockage et de récupération automatiques	• Matériel contrôlé par ordinateur prévu pour la manutention automatisée et le stockage de matières, de pièces, d'assemblages ou de produits finis
	• Systèmes de véhicules à guidage automatique	• Véhicules équipés de dispositifs de guidage automatique
Inspection et communications	• Appareils automatisés utilisés pour l'inspection des matières d'arrivée	• Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai des matières d'arrivée ou en cours de transformation
	• Appareils automatisés utilisés pour l'inspection du produit final	• Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai du produit final
	• Réseau local de données techniques	• Utilisation de la technologie des réseaux locaux (RL) pour l'échange de données techniques à l'intérieur des services de conception et d'ingénierie
	• Réseau local à l'usage de l'usine	• Utilisation de la technologie des réseaux locaux pour l'échange d'information entre des points différents sur le plancher de l'usine
	• Réseau informatique entre entreprises	• Réseaux qui relient les établissements à leurs sous-traitants, à leurs fournisseurs et à leurs clients
	• Dispositifs de commande programmables	• Dispositif de contrôle à mémoire programmable pour la mémorisation d'instructions
	• Ordinateurs industriels de commande	• Ordinateurs sur le plancher de l'usine qui peuvent être dédiés au contrôle, mais qui peuvent être reprogrammés pour d'autres fonctions
Systèmes d'information de fabrication	• Planification des besoins de matières	• Système de gestion et d'ordonnancement de la production informatisée qui contrôle les commandes, les stocks et les produits finis
	• Planification des ressources de fabrication	• Gestion de la production informatisée du chargement mécanique et de l'ordonnancement de la production, du contrôle des stocks et de la gestion du matériel
Intégration et contrôle	• Fabrication intégrée par ordinateur	• L'ordinateur central se charge de l'intégration et du contrôle de toute une gamme de procédés de fabrication
	• Acquisition et contrôle des données	• Contrôle informatisé direct des variables ayant trait aux procédés et à l'usine
	• Systèmes d'intelligence artificielle/ experts	• Machine effectuant des tâches normalement attribuées à l'intelligence humaine/à l'informatisation des connaissances d'experts dans des domaines restreints, la localisation de pannes par exemple

Tableau 2. Adoption des technologies de pointe dans le secteur canadien de la fabrication, 1993

	Nombre de technologies en usage			
	0	1 à 4	5 à 9	10 et plus
% des livraisons	18,9	22,3	26,7	32,1
% des établissements	65,1	23,6	8,6	2,7

Source : Baldwin et Sabourin (1995).

2.2 Avantages de l'adoption des technologies de pointe

L'utilisation des technologies de pointe offre une vaste gamme d'avantages qui vont de l'augmentation de la productivité à la réduction des coûts, en passant par l'accroissement de la souplesse et par la fabrication de produits de meilleure qualité (Beaumont et Schroder, 1997; Rischel et Burns, 1997; Small, 1998).

La productivité augmente lorsque les mêmes extrants peuvent être produits avec moins d'intrants, ce qui mène à une réduction des coûts de production. Il est aussi possible de réduire les coûts de production lorsqu'on peut remplacer des intrants de coûts élevés par des intrants de coûts moins élevés, lorsqu'on peut remplacer une main-d'œuvre qualifiée par une main-d'œuvre qui l'est moins. L'adaptabilité constitue un avantage lorsque de nouvelles technologies peuvent permettre d'élargir la diversité d'une gamme de produits. De faibles taux de renouvellement des matériaux ou des moyens plus fiables, comme des sources d'alimentation en énergie pour des ordinateurs dont les taux de défaillance sont peu élevés, améliorent la qualité d'un produit.

Les avantages et les conséquences associés à l'adoption des technologies de pointe que les directeurs des usines utilisant de telles technologies ont signalés sont détaillés au tableau 3. Étant donné que ces avantages sont probablement particuliers à une technologie et que les groupes fonctionnels adoptés correspondent à différents stades du processus de production, nous signalons les avantages de chacun des quatre différents groupes fonctionnels décrits ci-dessus : la conception et l'ingénierie (CI), la fabrication et le montage (FM), la manutention automatisée des matériaux (MAM) et l'inspection et les communications (IC)[3]. Les colonnes 1 à 4 sont pondérées selon les livraisons et les colonnes 5 à 8, selon les établissements[4]. Il faudrait noter, bien sûr, que les groupes fonctionnels ne sont pas utilisés indépendamment l'un de l'autre. En comparant cependant dans quelle mesure le pourcentage d'usines (pondérées ou non pondérées selon les livraisons) signalant un avantage précis diffère entre les catégories de groupes fonctionnels, nous pouvons étudier si les catégories les plus importantes varient suivant le groupe fonctionnel, ce qui n'est généralement pas le cas.

[3] Les deux autres groupes fonctionnels de technologies (les systèmes d'information de fabrication et l'intégration et le contrôle) sont relativement rares et ne sont pas souvent utilisés. Leurs résultats ne sont donc pas signalés.

[4] Les pourcentages pondérés selon les livraisons indiquent la proportion de livraisons des usines qui utilisaient la technologie. Les pourcentages pondérés selon les établissements présentent la fraction des établissements qui utilisaient la technologie.

Une augmentation de la productivité globale (parfois appelée productivité totale des facteurs) est l'avantage associé à l'adoption des technologies de pointe le plus souvent signalé. Plus de la moitié des utilisateurs des technologies de conception et d'ingénierie, de fabrication et de montage et de manutention automatisée des matériaux ont signalé une amélioration de la productivité. La prédominance de cet avantage est encore plus évidente lorsqu'on pondère les résultats selon les livraisons. Les utilisateurs des technologies de conception et d'ingénierie, de fabrication et de montage et de manutention automatisée des matériaux qui ont enregistré une amélioration de la productivité représentaient 70 % à 77 % des livraisons. L'augmentation de la productivité est aussi la catégorie d'avantages la plus importante pour les utilisateurs des technologies d'inspection et de communication, mais elle partage ici la tête avec l'amélioration de la qualité du produit.

On peut en arriver à une augmentation de la productivité globale par une foule de moyens, comme une réduction de l'utilisation de main-d'œuvre, de la consommation de matières premières ou d'énergie et par une meilleure utilisation du matériel. Les utilisateurs des technologies de pointe définissent à différents degrés des avantages sur tous ces plans. La catégorie dominante à ce niveau est cependant la réduction des besoins en main-d'œuvre. On ne réduit cependant pas les coûts de la main-d'œuvre en remplaçant de la main-d'œuvre spécialisée par de la main-d'œuvre non spécialisée. En général, un pourcentage plus élevé d'entreprises indique que les niveaux des compétences ont augmenté plutôt que diminué. Généralement, la deuxième plus importante cause d'amélioration de la qualité découle de l'augmentation du taux d'utilisation du matériel, surtout dans les grandes usines utilisant des technologies de fabrication et de montage et de manutention automatisée des matériaux. Dans tous les cas, l'adoption des technologies de pointe a mené à une augmentation des dépenses en immobilisations, non pas à leur diminution. Ainsi, les avantages de l'utilisation des technologies de pointe s'accompagnent de coûts plus élevés, tant en raison du besoin d'une main-d'œuvre plus spécialisée que d'une augmentation des dépenses en immobilisations.

L'amélioration de la qualité du produit est le deuxième avantage le plus important découlant de l'adoption des technologies de pointe. Entre le tiers et plus de la moitié des utilisateurs de ces technologies estimaient que la qualité de leur produit s'était améliorée; la part des livraisons de tous les utilisateurs représentée par les établissements ayant signalé un tel avantage variait d'un plancher de 47 % pour les utilisateurs des technologies de conception et d'ingénierie à un plafond de 65 % pour les utilisateurs de technologies dans le domaine de la fabrication et du montage. Une grande partie de cette amélioration de la qualité est associée à une réduction des taux de renouvellement des matériaux. Le pourcentage d'établissements ayant indiqué que leurs taux de rejet en cours de production avaient diminué à la suite de l'introduction des technologies de pointe est presque aussi élevé que celui des établissements ayant indiqué que la qualité de leur produit s'était améliorée, surtout dans le cas des utilisateurs des technologies de pointe sur le plan de la fabrication et du montage.

Tableau 3. Avantages et conséquences de l'adoption des technologies de pointe

Avantage/conséquence	% des livraisons				% des établissements			
	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications	Conception et ingénierie	Fabrication et montage	Manutention automatisée des matériaux	Inspection et communications
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Augmentation de la productivité	70,1	75,9	77,4	54,6	56,0	55,7	54,2	34,3
Réduction des besoins en main-d'œuvre	48,6	72,1	50,0	31,5	35,3	47,6	54,2	21,7
Réduction de la consommation de matières	19,0	34,1	15,0	13,8	17,2	24,0	15,2	10,7
Réduction de la consommation d'énergie	9,8	24,3	7,7	11,7	7,3	15,1	8,7	6,6
Augmentation du taux d'utilisation du matériel	29,5	43,3	56,3	29,3	13,0	23,8	20,2	12,4
Augmentation des besoins en capital	33,2	52,6	58,6	30,1	25,6	35,2	27,3	18,8
Diminution des dépenses en immobilisations	3,9	6,1	5,6	3,0	3,0	4,7	3,7	1,5
Réduction des stocks	9,3	43,2	20,2	22,1	8,0	22,0	23,0	9,7
Amélioration de la qualité du produit	46,7	65,2	56,8	51,2	43,1	52,9	32,6	33,7
Réduction du taux de rejet en cours de production	18,3	57,8	52,6	41,3	20,9	39,9	24,2	22,5
Réduction du temps de montage	38,7	51,2	46,4	11,0	26,8	38,7	19,6	10,8
Adaptabilité accrue du produit	37,4	48,7	52,5	19,0	30,1	32,2	18,3	12,7
Amélioration des conditions de travail	28,5	43,8	58,5	19,2	18,0	33,5	29,8	15,2
Réduction des dommages à l'environnement	5,3	26,2	7,4	11,2	8,4	15,7	11,6	8,4
Augmentation des compétences nécessaires	54,2	56,0	58,8	47,2	34,0	32,4	25,1	26,4
Réduction des compétences nécessaires	8,2	15,8	5,0	5,6	4,8	9,7	7,6	3,1

Nota : Les avantages et les conséquences ne s'excluent pas mutuellement, pas plus que les groupes de technologies utilisées.
Source : Baldwin, Sabourin et Rafiquzzaman (1996).

Les utilisateurs des technologies de pointe ont aussi déclaré que l'adaptabilité accrue du produit constituait un avantage, confirmant de ce fait les prévisions selon lesquelles les nouvelles technologies de pointe auraient un effet spectaculaire dans ce domaine (Young, Francis et Young, 1993; Spina et coll., 1996). Enfin, un bon pourcentage d'entreprises a signalé que les conditions de travail s'étaient améliorées à la suite de l'utilisation de ces technologies. En résumé, les utilisateurs des technologies de pointe ont fait état d'une liste impressionnante d'avantages, l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité étant les plus importants.

2.3 Entraves à l'adoption des technologies de pointe

On peut diviser en cinq groupes les entraves ayant fait l'objet d'un examen dans le cadre de l'EITP. Le premier groupe d'entraves inclut un ensemble de problèmes généraux liés aux coûts associés à l'adoption des technologies de pointe, y compris le coût du capital, le coût d'acquisition des technologies, le coût d'acquisition du matériel connexe, le coût de mise au point des logiciels s'y rattachant et la hausse des dépenses d'entretien.

Nous avons aussi défini quatre autres aspects, des entraves qui découlent des politiques gouvernementales (ce que nous appelons les problèmes liés au cadre institutionnel), d'imperfections du marché du travail, de problèmes d'organisation interne et d'imperfections sur le marché de l'information. Chacun de ces aspects ou chacune de ces entraves accroît aussi les coûts d'adoption d'une technologie de pointe, mais les causes en sont quelque peu plus étroitement concentrées que les éléments généraux liés aux coûts inclus dans la première catégorie.

Les problèmes en matière de main-d'œuvre incluent des difficultés qui surviennent parce que les nouvelles technologies et l'innovation en général exigent des compétences de niveaux plus élevés (Baldwin, Gray et Johnson, 1996; Baldwin et Da Pont, 1996). Devant ces exigences, une entreprise peut être confrontée à des entraves à l'adoption de ces technologies s'il y a pénurie de compétences sur le marché ou si elle fait face à des difficultés relatives à la formation pour surmonter des insuffisances ou si ses conventions collectives limitent sa capacité d'établir pour sa main-d'œuvre une rotation des tâches.

Les problèmes organisationnels sont ceux associés aux difficultés de mise en œuvre des types de changements à l'intérieur d'une entreprise qu'exige l'adoption des technologies de pointe. La première de ces difficultés est la difficulté de mettre en œuvre des changements importants à l'intérieur de l'organisation. L'introduction de la conception assistée par ordinateur, par exemple, peut exiger de nouvelles structures qui relieront la mise au point technique au service de la production de façon à permettre d'exploiter pleinement les avantages de pratiques concurrentes en matière d'ingénierie. D'autres problèmes organisationnels découlent d'une mauvaise attitude de la haute direction envers les nouvelles technologies ou de la résistance des travailleurs.

Les problèmes liés au cadre institutionnel sont les problèmes associés aux régimes fiscaux (aux crédits d'impôt à l'investissement dans la R-D et aux déductions pour amortissement) et à la réglementation et aux normes gouvernementales. Les problèmes en matière d'information se produisent si les marchés de la connaissance sont imparfaits.

Ces problèmes incluent le manque d'information scientifique et technique, le manque de services technologiques et le manque de soutien technique de la part des vendeurs.

Le tableau 4 présente le pourcentage de directeurs d'usine ayant signalé que ces problèmes entravaient l'adoption des technologies de pointe. Nous utilisons deux mesures de l'activité technologique pour examiner les différences au niveau des entraves auxquelles font face les usines plus actives technologiquement. Nous signalons premièrement le pourcentage d'utilisateurs par rapport au pourcentage de non-utilisateurs des technologies confrontés à une entrave; utilisateur d'une technologie s'entend ici d'une usine qui utilise l'une des 22 technologies de pointe. Nous divisons aussi l'échantillon d'usines en entreprises-mères ayant déclaré une innovation (définie comme étant l'introduction d'un nouveau produit ou d'un nouveau processus ou procédé) et celles n'ayant pas déclaré d'innovation au cours des trois années ayant précédé l'enquête. Les colonnes 1 à 5 renferment le pourcentage de livraisons dans les usines ayant signalé une entrave particulière et les colonnes 6 à 10, le pourcentage d'établissements (dûment pondéré pour représenter la population du secteur de la fabrication) ayant signalé qu'ils ont été confrontés à cette entrave. L'importance qui sera accordée aux entraves différera dans le premier pan (les colonnes 1 à 5) du second pan (les colonnes 6 à 10) si les grandes entreprises sont plus susceptibles de qualifier une entrave d'importante.

Parmi les cinq grands groupes d'entraves, les problèmes généraux liés aux coûts sont les plus importants et ceux les plus souvent signalés par les entreprises. L'économie intervient à l'intérieur du processus d'innovation et on voit que de vastes classes génériques de coûts comme le matériel et le capital ont des répercussions sur les décisions en matière d'investissements. Les facteurs de coût responsables (par ordre d'importance) sont le coût du matériel, les dépenses en immobilisations, le coût d'acquisition des technologies, le coût de la mise au point des logiciels et les dépenses d'entretien. Plus des deux tiers des établissements ont enregistré au moins l'une de ces entraves, ce qui représente près de 80 % de toutes les livraisons du secteur de la fabrication. Que nous utilisions le pourcentage d'établissements (la colonne 6) ou la part des livraisons (la colonne 1), les classements de ces facteurs sont à peu près les mêmes, ce qui indique que les grandes et que les petites entreprises accordent une importance égale à ces entraves liées aux coûts.

Les problèmes en matière de main-d'œuvre, découlant de pénuries de compétences, de difficultés relatives à la formation ou de conventions collectives, constituent le plan sur lequel des problèmes bien précis sont les plus importants. Quelque 29 % des établissements les ont qualifiés d'entraves. Les livraisons d'établissements qui ont enregistré au moins l'une de ces difficultés représentaient 37 % la production totale du secteur de la fabrication.

Les problèmes liés à la structure organisationnelle causés par les difficultés à mettre en œuvre des changements importants à l'intérieur de l'organisation, l'attitude de la direction et la résistance des travailleurs constituent le groupe ensuite le plus important. Une entreprise sur cinq a enregistré l'un

de ces problèmes. Contrairement aux autres catégories cependant, la part des livraisons dans les usines ayant signalé ce problème (34 %) est énormément plus élevée que le pourcentage d'établissements qui avaient ce problème (21 %), ce qui indique que les gros établissements sont plus susceptibles d'éprouver de tels problèmes.

La catégorie la moins importante d'entraves se compose des problèmes liés au cadre institutionnel (associés au crédit d'impôt à l'investissement dans la R-D, à la déduction pour amortissement et à la réglementation gouvernementale) et des problèmes en matière d'information (comme le manque d'information scientifique et technique, le manque de services technologiques et le manque d'appui technique de la part des vendeurs).

Si les entraves sont les principaux éléments qui dissuadent les entreprises d'utiliser des technologies de pointe et d'innover, on pourrait s'attendre à ce que les non-utilisateurs et à ce que les non-innovateurs signalent des entraves plus grandes. Ce n'est pas le cas. Sauf de rares exceptions, le pourcentage d'entreprises ayant signalé des entraves était nettement et invariablement plus élevé chez les utilisateurs que chez les non-utilisateurs des technologies de pointe; les entraves étaient aussi plus fréquentes chez les innovateurs que chez les non-innovateurs.

Un modèle d'apprentissage par la pratique de l'adoption des technologies de pointe peut expliquer ce phénomène. Les entreprises doivent évaluer les avantages de la mise en œuvre de changements technologiques. Les entreprises qui innovent récoltent des avantages importants comme nous l'avons déjà montré. Afin de récolter ces avantages, elles doivent assumer les coûts plus élevés de nouveau matériel et d'installations de recherche et de développement. D'autres recherches montrent qu'il y a bien des types de coûts qui sont plus élevés pour les utilisateurs des technologies de pointe et pour les innovateurs. Pour leur part, les entreprises plus avancées technologiquement constatent que leurs exigences professionnelles s'accroissent après l'introduction de nouvelles technologies (Baldwin, Gray et Johnson, 1996). La formation est plus probable dans des entreprises qui utilisent de la haute technologie ou qui innovent (Baldwin, 1999). Les entreprises qui innovent sont en outre davantage susceptibles de développer des compétences plus grandes dans d'autres domaines que simplement les ressources humaines. Baldwin et Johnson (1996 et 1999) ont montré que les entreprises plus innovatrices (surtout celles qui ont introduit de nouveaux produits *et* de nouveaux processus ou de nouveaux procédés) développent des compétences plus grandes dans une vaste gamme de domaines. Elles retirent davantage de leur stratégie d'innovation à risque élevé, mais elles risquent davantage et elles assument des coûts supérieurs, parce qu'elles doivent maîtriser une plus vaste gamme de compétences.

Tableau 4. Entraves à l'adoption des technologies de pointe

Entrave	% des livraisons					% des établissements				
	Toutes les entreprises	Utilisateur	Non-utilisateur	Innovateur	Non-innovateur	Toutes les entreprises	Utilisateur	Non-utilisateur	Innovateur	Non-innovateur
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Liée aux coûts	**79,1**	**83,5**	**58,7**	**82,9**	**66,4**	**68,5**	**76,9**	**63,1**	**72,6**	65,9
Capital	49,2	50,7	42,1	49,8	46,9	47,0	48,9	45,7	47,6	46,6
Matériel	56,4	58,6	46,1	59,6	45,6	53,0	58,8	49,3	56,7	50,8
Mise au point de logiciels	21,8	23,6	12,9	21,6	22,4	17,5	22,9	14,1	21,1	15,4
Entretien	13,3	14,0	10,1	14,1	10,7	12,4	12,8	12,1	12,2	12,5
Acquisition des technologies	28,8	30,1	23,1	30,1	24,6	27,9	28,1	27,8	26,9	28,5
Liée au cadre institutionnel	**15,5**	**15,9**	**13,2**	**16,5**	**11,9**	**16,4**	**16,6**	**16,4**	**18,6**	15,1
Crédit d'impôt à l'investissement dans la R-D	7,6	8,0	5,8	8,7	3,8	7,7	9,8	6,4	11,7	5,3
Déduction pour amortissement	8,7	9,5	4,9	9,7	5,0	8,4	9,5	7,6	9,9	7,4
Réglementation et normes	7,2	7,4	6,3	6,8	8,4	9,9	8,1	11,1	9,3	10,3
En matière de main-d'œuvre	**37,2**	**39,9**	**24,2**	**39,0**	**30,9**	**28,8**	**34,5**	**25,2**	**33,7**	25,8
Pénurie de compétences	22,8	24,3	15,7	24,0	18,7	20,2	22,7	18,6	23,3	18,3
Difficulté relative à la formation	19,3	20,7	12,8	19,8	17,5	16,8	20,5	14,4	18,0	16,0
Convention collective	13,0	14,2	7,3	13,4	11,3	5,8	7,2	4,9	7,2	4,9
Organisationnelle	**34,1**	**37,3**	**18,9**	**35,9**	**28,1**	**20,9**	**26,1**	**17,7**	**24,9**	18,5
Difficulté liée à la mise en œuvre d'un changement	23,3	25,7	11,9	25,4	16,2	13,0	15,9	11,1	17,2	10,4
Attitude de la direction	16,7	18,5	8,3	16,8	16,4	7,9	9,4	7,0	9,2	7,2
Résistance des travailleurs	11,0	11,3	9,4	11,5	8,9	9,0	10,7	7,9	9,8	8,5
En matière d'information	**24,9**	**26,6**	**16,8**	**27,2**	**17,1**	**16,0**	**19,6**	**13,7**	**22,0**	12,3
Manque d'information	12,4	12,3	12,9	12,9	10,7	10,4	10,5	10,4	13,3	8,7
Manque de services	9,8	10,1	8,3	10,4	7,7	7,7	8,2	7,4	10,4	6,0
Manque de soutien de la part des vendeurs	10,9	11,3	8,8	11,5	8,8	8,6	11,0	7,1	12,1	6,4

Nota : Les groupes d'entraves et les composantes des sous-groupes ne s'excluent pas mutuellement. Les résultats au niveau d'un groupe renvoient à l'incidence de l'enregistrement de l'une des entraves à l'intérieur du groupe.

Lorsque nous comparons par conséquent les utilisateurs et les non-utilisateurs des technologies de pointe, nous avons affaire à deux populations très différentes. Les utilisateurs des technologies de pointe ou les entreprises qui innovent ont déjà été exposées aux problèmes qu'entraîne une stratégie innovatrice. Avant d'adopter de nouvelles technologies, les entreprises ont une connaissance élémentaire des problèmes auxquels elles seront confrontées. Cette impression n'est correcte qu'en ce qui concerne le vaste aperçu de l'importance relative des différents problèmes auxquels elles font face. Le classement relatif des utilisateurs et des non-utilisateurs des technologies de pointe (la corrélation entre les résultats des utilisateurs et des non-utilisateurs ou des innovateurs et des non-innovateurs) (qu'on utilise le pourcentage des établissements ou le pourcentage des expéditions, la corrélation est de plus de 0,95) est assez similaire. Cependant, le niveau des entraves est généralement plus faible pour les non-utilisateurs des technologies ou pour les non-innovateurs. C'est en essayant d'adopter une stratégie innovatrice ou technologiquement avancée qu'une entreprise connaît l'intensité véritable des problèmes qu'elle doit régler.

Le seul plan sur lequel les différences entre les utilisateurs et les non-utilisateurs des technologies de pointe sont généralement plus petites est celui qui a trait aux politiques gouvernementales. Quand il s'agit d'évaluer l'utilité des programmes de subvention à la R-D ou les problèmes posés par la réglementation gouvernementale, les non-utilisateurs des technologies sont capables *ex ante* de mieux évaluer la probabilité que l'activité gouvernementale leur profitera ou les limitera.

En résumé, nous devrions nous attendre à ce qu'une stratégie plus axée sur les technologies de pointe mène au signalement de plus d'entraves. Même si les différences au niveau des entraves entre les utilisateurs et les non-utilisateurs des technologies de pointe peuvent s'expliquer dans le contexte du processus d'apprentissage par la pratique de l'adoption de ces technologies, il y a d'autres facteurs qui peuvent entrer en ligne de compte et qu'il faut examiner à l'intérieur d'un cadre multidimensionnel. Des travaux réalisés précédemment montrent qu'il existe des différences inhérentes au niveau de certaines caractéristiques des entreprises entre les utilisateurs et les non-utilisateurs des technologies de pointe et entre les entreprises qui innovent et celles qui n'innovent pas[5]. Il se peut que ces caractéristiques contribuent également aux différences observées au niveau des entraves. Dans la section qui suit, nous nous demandons si les différences au niveau des entraves persistent après un contrôle des caractéristiques des entreprises.

[5] Baldwin et Diverty (1995), par exemple, ont montré que l'utilisation des technologies de pointe est positivement associée à la taille d'une entreprise et à la croissance de sa production; la tendance des grandes entreprises à être plus innovatrices est aussi bien documentée (Baldwin, Gellatly, Johnson et Peters (1998); Evangelista et Sirilli (1997); Cosh, Hughes et Wood (1996), par exemple).

3. *Déterminants des entraves à l'adoption des technologies de pointe*

Afin d'examiner les facteurs qui sont associés aux entraves, nous utilisons une analyse multidimensionnelle pour relier la probabilité de signaler une entrave au fait qu'une usine soit ou ne soit pas technologiquement avancée et à un ensemble de caractéristiques d'une usine, comme sa taille, sa croissance, sa région et son degré de créativité.

Nous effectuons les régressions pour chacun des cinq principaux groupes d'entraves : les entraves liées aux coûts, les entraves liées au cadre institutionnel, les entraves en matière de main-d'œuvre, les entraves liées à la structure organisationnelle et les entraves en matière d'information. Pour chaque groupe, la variable dépendante prend une valeur de un si une usine signale l'un des problèmes classés à l'intérieur du groupe et une valeur de zéro autrement. Nous estimons la relation à l'aide d'une régression logistique, parce que la variable dépendante est dichotomique[6].

3.1 Autres mesures des activités technologiques et innovatrices

Nous utilisons quatre variables différentes pour mesurer l'activité technologique afin de tester la solidité de notre hypothèse selon laquelle les entraves sont plus grandes dans les entreprises technologiquement plus avancées ou plus innovatrices.

La première variable, l'UTILISATEUR, sert à mesurer si l'usine utilise des technologies de pointe ou n'en utilise pas du tout à l'intérieur de son processus de production. C'est une variable dichotomique prenant une valeur de un si l'usine utilise l'une des 22 technologies et de zéro autrement. Elle distingue les utilisateurs des non-utilisateurs des technologies de pointe, mais elle ne tient pas compte de l'intensité d'utilisation des technologies.

La deuxième variable, l'UTILISATION DES TECHNOLOGIES, sert à mesurer le nombre total de technologies de pointe en usage. C'est une variable continue reflétant le nombre total de technologies de pointe qu'une entreprise utilise et dont la valeur varie de 0 à 22. Elle tient compte de l'intensité d'utilisation des technologies. Sa forme impose une relation monotone entre le nombre de technologies en usage et la probabilité de signaler une entrave.

La troisième variable se compose d'un ensemble de variables binaires saisissant différentes intensités (0, 1 à 4, 5 à 9 et 10 technologies et plus). Elle tient compte de l'intensité d'utilisation des technologies et de la possibilité d'une répercussion non linéaire du nombre de technologies qui sont utilisées.

Il faudrait noter que les trois premières mesures s'emboîtent essentiellement les unes dans les autres, ce qui nous permet de vérifier si la saisie de l'intensité d'utilisation des technologies de pointe par opposition à leur incidence d'utilisation importe.

---

[6] Nous avons mis à l'essai une analyse par la méthode des probits, qui a donné les mêmes résultats qualitatifs.

Finalement, la quatrième variable, l'INNOVATION, sert à mesurer si les usines sont innovatrices. Cette variable est plus étendue que la simple variable UTILISATION DES TECHNOLOGIES. On mesure les activités innovatrices à l'aide d'une variable dichotomique indiquant si l'entreprise qui contrôlait l'usine a introduit une innovation majeure au niveau de la production ou de ses processus ou de ses procédés au cours des trois années ayant précédé l'enquête.

3.2 Caractéristiques d'une usine

On a montré que certaines caractéristiques d'une usine ont des conséquences sur le fait qu'on y utilise des technologies de pointe ou qu'on ne le fait pas (Baldwin et Diverty, 1995) ou sur le caractère innovateur ou non innovateur d'une usine (Baldwin, Hanel et Sabourin, 2001). Ces caractéristiques incluent la région, le secteur industriel, l'intensité de la concurrence, l'âge, les modèles de croissance de la production, la nationalité du ou des propriétaires, la taille et la syndicalisation.

Nous incluons ces variables parce qu'elles devraient représenter des aspects de l'utilisation des technologies qui ne sont pas saisis par les variables des technologies utilisées. Même si nous incluons des variables comme l'UTILISATEUR et l'UTILISATION DES TECHNOLOGIES qui mesurent l'ampleur de l'utilisation de ces dernières, ces variables ne peuvent saisir complètement la complexité ou le degré de sophistication de l'environnement technologique véritable. Étant donné que les usines plus grandes, plus jeunes et contrôlées par des intérêts étrangers sont davantage susceptibles d'utiliser une technologie (Baldwin et Diverty, 1995; Baldwin et Sabourin, 1997), nous postulons que les usines possédant ces caractéristiques sont plus technologiquement avancées sous bien des aspects et qu'elles devraient donc être davantage susceptibles de signaler une entrave. Nous mesurons la taille d'un établissement à l'aide de quatre variables binaires saisissant le nombre d'employés : moins de 20, 20 à 99, 100 à 499 et 500 et plus. Nous mesurons l'âge d'une entreprise à l'aide de trois variables binaires : née avant 1975, entre 1975 et 1984 et après 1984.

Nous incluons aussi des variables binaires régionales pour saisir le même phénomène de sophistication technologique-intensité. Comme l'incidence de l'utilisation des technologies de pointe est moins marquée au Canada atlantique et au Québec que dans les autres provinces (Baldwin et Sabourin, 1995), la sophistication technique d'ensemble de ces régions devrait aussi se refléter par des entraves généralement moins grandes. Nous utilisons cinq régions économiques dans l'analyse de régression : le Canada atlantique (qui comprend Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick), le Québec, l'Ontario, les provinces des Prairies (qui incluent le Manitoba, la Saskatchewan et l'Alberta) et la Colombie-Britannique.

Nous y incluons la croissance d'une usine pour trois raisons. Premièrement, la croissance est une mesure du succès et il y a une corrélation élevée entre le succès et le degré de capacité d'innover à l'intérieur d'une entreprise (Baldwin, 1996; Baldwin et Johnson, 1998). Même si nous saisissons des innovations majeures avec l'INNOVATION, il y a d'autres aspects plus mineurs qui sont omis et que la variable de la croissance est destinée à représenter. Nous devrions donc

nous attendre à ce que la croissance soit positivement reliée aux entraves. Deuxièmement, les entreprises qui croissent sont technologiquement sophistiquées (Baldwin et Diverty, 1995). Troisièmement, la croissance elle-même occasionne des problèmes. Les entreprises qui croissent doivent apprendre à faire face aux problèmes associés à une plus grande taille. Les organisations qui croissent doivent changer. La direction d'une plus grande entreprise exige de sa main-d'œuvre de nouvelles compétences. Ces problèmes risquent d'être particulièrement graves sur le plan des entraves en matière de main-d'œuvre. Nous mesurons les modèles de croissance de la production par le changement qui s'est produit au niveau des livraisons d'une usine au cours de la période de 10 ans allant de 1982 à 1992. En classant les entreprises suivant leur croissance au niveau de leurs livraisons durant cette période, nous créons trois classes de croissance, chaque classe englobant un nombre égal d'entreprises. Ces classes sont : une croissance faible ou négative, une croissance moyenne et une croissance élevée. La nationalité du ou des propriétaires est représentée par une variable binaire, CANADA, qui prend une valeur de un si l'entreprise-mère de l'usine a mentionné qu'elle était contrôlée par des Canadiens et de zéro autrement.

Nous postulons aussi que l'importance de la syndicalisation dans une usine est liée aux entraves, mais pas nécessairement en raison d'un lien avec la sophistication technologique. Nous l'incluons plutôt parce qu'elle est parfois perçue comme un facteur qui rendrait plus difficile l'adoption des technologies, étant donné qu'elle accroît les coûts de gestion de modifications aux régimes de travail durant l'introduction de nouveaux processus ou de nouveaux procédés technologiques. La syndicalisation est une variable binaire qui prend une valeur de un si l'entreprise-mère déclare que l'un de ses employés est couvert par une convention collective.

Nous postulons aussi que l'environnement à l'intérieur duquel une usine fonctionne aura des conséquences sur la nature des entraves auxquelles elle se heurtera. La première caractéristique que nous examinons est le fait que l'environnement d'une industrie soit ou non un environnement avancé par rapport au degré d'innovation qu'elle produit aujourd'hui. Certaines industries sont plus innovatrices et les usines dans ces industries sont donc davantage susceptibles de faire face à des entraves. Nous saisissons l'environnement innovateur à l'aide d'une taxonomie industrielle mise au point par Robson, Townsend et Pavitt, 1988, qui a été utilisée avec succès à l'intérieur d'une recherche dont le rapport renferme des explications sur la probabilité pour une entreprise d'innover ultérieurement (Baldwin, Hanel et Sabourin, 2001). Nous classons les entreprises en trois secteurs suivant leurs activités industrielles : le secteur innovateur central, le secteur innovateur secondaire et le secteur innovateur « autre »[7]. On considère dans les travaux touchant le Royaume-Uni et les États-Unis (Robson, Townsend et Pavitt, 1988) et le Canada (Baldwin et Hanel, 2002) que le secteur central produit plus d'innovations qu'il n'en utilise. Le secteur « autre » ingère de nouveaux produits et des machines et du matériel des secteurs central et secondaire. Si la production d'une innovation plutôt que son adoption est un signe de sophistication, nous devrions nous attendre à ce que les secteurs central, secondaire et « autre » se classent dans cet ordre pour ce qui est de la probabilité de signaler une entrave.

[7] Le secteur innovateur central inclut les industries des produits pétroliers raffinés et des produits chimiques, des produits électriques et des produits électroniques; le secteur innovateur secondaire inclut les métaux ouvrés, le caoutchouc et les matières plastiques, le matériel de transport, les métaux de première transformation et les minéraux non métalliques; le secteur innovateur « autre » inclut le papier, le bois, les aliments et les boissons, les textiles et les vêtements, l'imprimerie et l'édition, les meubles et les articles d'ameublement et les autres industries manufacturières.

La deuxième caractéristique environnementale qui, suivant notre postulat, a des conséquences sur le développement d'entraves est l'environnement concurrentiel. La concurrence est importante en ce sens qu'elle a des conséquences sur l'innovation ou sur les compétences technologiques. Ailleurs, nous avons constaté l'existence d'une relation positive entre la concurrence et l'innovation (Baldwin, Hanel et Sabourin, 2001). L'intensité de la concurrence à laquelle une entreprise est confrontée se mesure par le nombre de rivaux qui lui font directement concurrence sur le marché pour la vente de son principal ou de ses principaux produit(s) : 5 concurrents ou moins, 6 à 19 concurrents et 20 concurrents et plus. Le tableau 5 présente plus de détails sur des variables et des statistiques sur l'échantillon.

3.3 Résultats empiriques

Le tableau 6 présente les résultats des régressions relatifs à la probabilité de signaler des entraves faisant partie de chacun des cinq principaux groupes. Les coefficients sont tous calculés par rapport à la catégorie omise : une usine qui n'utilisait pas de technologie de pointe, n'introduisait pas d'innovation, était située en Ontario, s'inscrivait dans le secteur innovateur « autre », était confrontée au plus petit nombre de concurrents (5 ou moins), était née avant 1975, croissait lentement, appartenait à des intérêts étrangers, faisait partie de la tranche de taille la plus petite (moins de 20 employés) et dont les employés n'étaient pas syndiqués. Les estimations des régressions reposent sur un échantillon de 1 936 établissements. La colonne 1 renferme les estimations pour les problèmes liés aux coûts, la colonne 2, pour les problèmes liés au cadre institutionnel, la colonne 3, pour les problèmes en matière de main-d'œuvre, la colonne 4, pour les problèmes liés à la structure organisationnelle et la colonne 5, pour les problèmes en matière d'information. Dans ce tableau, nous mesurons l'utilisation des technologies par la gamme du nombre de technologies en usage. Les tableaux A1 à A3 inclusivement de l'annexe présentent les résultats pour les autres mesures : l'incidence d'utilisation des technologies de pointe, l'intensité de leur utilisation et un terme interactif entre utiliser des technologies de pointe et être un innovateur. Le tableau A1 rend compte des résultats de la régression lorsqu'on mesure l'utilisation des technologies à l'aide d'une seule variable fictive indiquant si une entreprise utilise une technologie de pointe, le tableau A2, lorsqu'on mesure l'utilisation des technologies par le nombre réel de technologies utilisées et le tableau A3, lorsqu'on mesure les activités d'une entreprise par la relation entre l'utilisation des technologies et l'innovation (non-utilisateur—non-innovateur, utilisateur—non-innovateur, non-utilisateur—innovateur et utilisateur—innovateur).

Les estimations des paramètres au tableau 6 montrent les répercussions qualitatives des variables explicatives. Afin de mieux décrire les répercussions quantitatives de chacune des variables, nous présentons au tableau 7 la probabilité que chacune des cinq entraves à l'adoption de technologies de pointe se réalise ultérieurement. Ces probabilités sont estimées à l'aide des résultats des régressions présentés au tableau 6, évalués aux valeurs moyennes de l'échantillon[8]. Encore une fois, la colonne 1 renferme des estimations pour les problèmes liés aux coûts, la colonne 2, pour les problèmes liés au cadre institutionnel, la colonne 3, pour les problèmes en matière de main-

[8] Le modèle de régression logistique est $Ln[P/(1-P)] = \beta X$; il s'ensuit que $P = \exp(\beta X)/[1+\exp(\beta X)]$, où P est la probabilité.

d'œuvre, la colonne 4, pour les problèmes liés à la structure organisationnelle et la colonne 5, pour les problèmes en matière d'information.

Les résultats montrent que l'utilisation de technologies est positivement associée à des obstacles sur presque tous les plans. Nous pouvons constater à partir du tableau 6 que les usines ayant déclaré qu'elles utilisaient 10 technologies ou plus sont beaucoup plus susceptibles d'avoir été confrontées à des entraves liées aux coûts, liées au cadre institutionnel, en matière de main-d'œuvre et en matière d'information. Lorsque nous n'utilisons que l'incidence (l'UTILISATEUR), nous constatons une conséquence importante pour les problèmes liés aux coûts, en matière de main-d'œuvre et liés à la structure organisationnelle. (Voir le tableau A1.) Lorsque nous incluons l'intensité d'utilisation des technologies de pointe (l'UTILISATION DES TECHNOLOGIES), nous constatons une conséquence importante pour les problèmes liés aux coûts et en matière de main-d'œuvre. (Voir le tableau A2.)

Nous observons que les innovateurs signalent des entraves liées au cadre institutionnel et en matière d'information beaucoup plus grandes. Lorsque nous divisons les utilisateurs des technologies de pointe entre innovateurs et non-innovateurs (au tableau A3), nous constatons que les innovateurs sont plus susceptibles que les non-innovateurs de signaler des entraves liées au cadre institutionnel et en matière d'information. Ce qui est cependant le plus important, c'est que la combinaison de la qualité d'utilisateur des technologies de pointe et de celle d'innovateur est énormément liée à toutes les entraves. Les entreprises qui aujourd'hui utilisent des technologies de pointe et qui déclarent un programme actif d'innovations règlent des problèmes technologiques plus complexes, plus étendus. Le fait que ce groupe soit le plus susceptible de signaler des entraves sur tous les plans donne du poids à notre hypothèse voulant que les entraves se concrétisent au fur et à mesure qu'une entreprise met en œuvre une stratégie complexe d'innovation.

L'intensité d'utilisation des technologies de pointe peut avoir des conséquences assez étendues. Par exemple, toutes choses étant égales par ailleurs (en les évaluant à leur valeur moyenne), nous estimons la probabilité pour une usine qui utilise 10 technologies ou plus de signaler des problèmes liés aux coûts à 89 %, comparativement à 66 % pour celles qui n'en utilisent pas (voir le tableau 7), une augmentation de plus de 20 points de pourcentage. Dans le cas des problèmes liés au cadre institutionnel, cette probabilité augmente de 14 % à 29 %. En comparaison, le fait de passer du statut d'entreprise non innovatrice à celui d'entreprise innovatrice accroît la probabilité de faire face à des entraves liées au cadre institutionnel de 13 % à 17 %. La probabilité de signaler des entraves en matière de main-d'œuvre s'accroît d'environ 15 points de pourcentage entre les non-utilisateurs et les utilisateurs de 10 technologies ou plus et la probabilité de signaler des entraves en matière d'information diffère entre ces non-utilisateurs et ces utilisateurs de 7 points de pourcentage. Enfin, la probabilité de signaler des entraves en matière d'information diffère de 8 points de pourcentage entre les non-innovateurs et les innovateurs.

Ces résultats montrent ensuite une certaine identité, mais également que les déterminants des entraves varient d'un groupe à un autre. C'est le cas pour la plupart des autres variables.

Les autres caractéristiques importantes d'une usine qui ont des conséquences sur plusieurs plans incluent l'intensité de la concurrence à laquelle l'usine est confrontée et l'âge de l'entreprise qui la possède. Plus une entreprise fait face à de concurrents, plus elle risque en particulier d'être confrontée à des problèmes liés aux coûts, en matière de main-d'œuvre et en matière d'information. La probabilité d'enregistrer des problèmes liés aux coûts est de 10 points de pourcentage plus élevée pour les entreprises qui font face à 20 concurrents et plus que pour celles confrontées à 5 concurrents ou moins (75 % contre 65 %). La différence est de 8 et de 5 points de pourcentage pour les problèmes en matière de main-d'œuvre et pour les problèmes en matière d'information, ce qui confirme notre hypothèse voulant que la concurrence ait des conséquences parce qu'elle engendre plus de compétences techniques.

On observe aussi d'importantes différences entre les régions au niveau des conséquences, différences qui sont en accord avec notre hypothèse sur l'intensité d'utilisation des technologies de pointe. Les entreprises du Canada atlantique et du Québec signalent énormément moins de problèmes liés aux coûts et en matière de main-d'œuvre comme on s'y attendait, compte tenu de l'utilisation plus faible par ces entreprises des technologies de pointe. Il y a une différence d'environ 10 points de pourcentage entre les entreprises situées au Canada atlantique et celles situées en Ontario pour ce qui est des entraves liées aux coûts.

Les usines plus jeunes sont aussi davantage susceptibles d'enregistrer des problèmes liés aux coûts, liés au cadre institutionnel et en matière de main-d'œuvre. Quelque 77 % des usines nées après 1984 sont confrontées à des problèmes liés aux coûts, comparativement à 64 % de celles nées avant 1975. La différence dans le cas des jeunes entreprises, par rapport aux entreprises âgées, est de 10 points de pourcentage (26 % contre 16 %) au niveau des problèmes en matière de main-d'œuvre et de 7 points de pourcentage (18 % contre 11 %) au niveau des problèmes en matière d'information. Étant donné que les usines plus jeunes sont davantage susceptibles d'utiliser des technologies de pointe, la relation positive entre les jeunes usines et les entraves est aussi en accord avec l'hypothèse que nous soutenons.

La syndicalisation accroît énormément la probabilité d'entraves en matière de main-d'œuvre et d'entraves organisationnelles. Une usine qui déclare que ses employés sont couverts par une convention collective accroît sa probabilité de signaler des entraves à chacun de ces niveaux d'environ 3 à 5 points de pourcentage, ce qui représente cependant une conséquence relativement peu importante comparativement à la plupart des autres variables.

La croissance a des conséquences prévues sur les problèmes en matière de main-d'œuvre. Les usines qui se développent plus rapidement sont davantage susceptibles de signaler plus de problèmes en matière de main-d'œuvre. La différence entre la catégorie d'usines qui se développent le plus lentement et celle des usines qui se développent le plus rapidement est peu marquée (6 points de pourcentage). Le secteur innovateur à l'intérieur duquel une usine se trouve est une autre variable qui a peu de répercussions sur les entraves. Peu de choses distinguent, par conséquent, les secteurs qui produisent des innovations des secteurs qui utilisent des innovations sur le plan des entraves auxquelles ils sont confrontés.

La nationalité du ou des propriétaires d'une usine n'a généralement pas de conséquences importantes sur la probabilité pour cette usine de signaler une entrave, sauf sur le plan de la circulation de l'information. Même à ce niveau, les conséquences en sont relativement limitées, de seulement 4 points de pourcentage.

Comment les différentes catégories d'entraves se comparent-elles? L'utilisation des technologies de pointe, la région, la concurrence, l'âge et la croissance importent dans le cas des entraves liées aux coûts. Les problèmes liés au cadre institutionnel risquent d'être plus marqués lorsqu'une entreprise utilise plusieurs technologies de pointe, mène des activités innovatrices, est située en Ontario, fait partie du secteur innovateur central, a plus de concurrents et est plus jeune.

Comparativement aux problèmes liés aux coûts, l'innovation importe davantage lorsque les entreprises évaluent si les programmes gouvernementaux (la déduction pour amortissement, l'aide à la R-D et la réglementation) créent des entraves.

Dans le cas des problèmes en matière de main-d'œuvre, la tendance générale qui a été observée pour les problèmes liés aux coûts et au cadre institutionnel tient. L'utilisation des technologies de pointe est importante, comme le sont la concurrence, l'âge et la région. Plus une entreprise est jeune, plus la probabilité pour elle d'enregistrer des problèmes en matière de main-d'œuvre est élevée (cette probabilité est de 26 % pour les entreprises nées depuis 1985, de 21 % pour celles nées entre 1975 et 1984 et de 16 % pour celles nées avant 1975). De la même façon, les entreprises qui se développent plus rapidement sont davantage susceptibles d'enregistrer des problèmes en matière de main-d'œuvre (la probabilité à ce niveau est de 24 % pour celles qui enregistrent une croissance allant de moyenne à élevée, comparativement à 18 % pour celles qui enregistrent une faible croissance ou une croissance négative). Encore une fois, on observe des différences marquées entre les régions. La probabilité pour les établissements situés au Canada atlantique et au Québec d'enregistrer des problèmes en matière de main-d'œuvre est de 18 % et de 14 % respectivement, comparativement à 26 % pour celles situées dans le reste du pays. Par opposition aux problèmes liés aux coûts et au cadre institutionnel, la syndicalisation a des conséquences importantes au niveau des problèmes en matière de main-d'œuvre.

Il y a moins de déterminants importants dans le cas des problèmes liés à la structure organisationnelle que dans celui des problèmes liés aux coûts, au cadre institutionnel ou en matière de main-d'œuvre. La région, la concurrence et l'âge importent à ce niveau comme ailleurs, mais l'utilisation des technologies de pointe a moins de conséquences. L'innovation combinée à l'utilisation de ces technologies devient importante, ce qui laisse entendre que les problèmes organisationnels sont plus importants dans les entreprises qui ont adopté une technologie de pointe ou une stratégie d'innovation complexe ou les deux. La taille est plus importante sur ce plan qu'elle l'était pour les autres catégories; ce sont cependant les usines de taille moyenne, non pas les plus grandes, qui sont davantage susceptibles de signaler des entraves. La syndicalisation accroît les entraves organisationnelles, dont l'une est la résistance des travailleurs au changement.

Les variables communes que sont l'utilisation des technologies, la concurrence et l'âge caractérisent également les problèmes en matière d'information. L'innovation elle-même est cependant importante sur ce plan et également lorsqu'elle se combine à l'utilisation des technologies. (Voir le tableau A3.) Les usines appartenant à des intérêts canadiens font face à énormément plus d'entraves en matière d'information, ce qui n'est pas le cas au niveau des autres catégories de problèmes, un élément aussi unique dans le cas de cette catégorie.

En résumé, bien qu'il existe un ensemble commun de facteurs ayant énormément de conséquences sur la probabilité pour une entreprise de signaler des entraves, nous observons à ce niveau des différences importantes. Les problèmes liés aux coûts sont positivement surtout associés à l'intensité d'utilisation des technologies, à l'intensité de la concurrence et aux entreprises plus jeunes. Les problèmes liés au cadre institutionnel sont plus communs chez les innovateurs et dans les établissements plus jeunes. Les différences entre les régions associées à la probabilité réelle de signaler une entrave sont également assez frappantes au niveau des problèmes liés au cadre institutionnel. Les problèmes en matière de main-d'œuvre sont plus graves dans les entreprises qui utilisent abondamment des technologies de pointe, dans les entreprises qui font face à une concurrence plus intensive, dans les établissements plus jeunes et dans ceux qui enregistrent une croissance plus élevée. Les problèmes liés à la structure organisationnelle sont plus caractéristiques des gros établissements, plus âgés et syndiqués. Les problèmes en matière d'information sont plus typiques chez les usagers des technologies de pointe, chez les innovateurs, dans les jeunes entreprises et dans les établissements appartenant à des intérêts canadiens.

Tableau 5. Définition des variables et statistiques relatives à l'échantillon

Variable	Définition	Moyenne	Écart-type
Problèmes liés aux coûts	= 1 si un problème lié au coût est signalé	0,6848	0,4647
Problèmes liés au cadre institutionnel	= 1 si un problème lié au cadre institutionnel est signalé	0,1644	0,3707
Problèmes en matière de main-d'œuvre	= 1 si un problème en matière de main-d'œuvre est signalé	0,2883	0,4531
Problèmes liés à la structure organisationnelle	= 1 si un problème lié à la structure organisationnelle est signalé	0,2095	0,4071
Problèmes en matière d'information	= 1 si un problème en matière d'information est signalé	0,1598	0,3665
Utilisateur	= 1 si une technologie est utilisée	0,3886	0,4876
Utilisation des technologies	= Nombre total de technologies utilisées	1,5936	2,8457
Nombre de technologies utilisées :			
1 à 4	= 1 si 1 à 4 technologies sont utilisées	0,2509	0,4337
5 à 9	= 1 si 5 à 9 technologies sont utilisées	0,1047	0,3062
10 et plus	= 1 si 10 technologies et plus sont utilisées	0,0330	0,1786
Utilisation d'une technologie fonctionnelle :			
Technologie de CI	= 1 si une technologie de conception et d'ingénierie est utilisée	0,2734	0,4458
Technologie de FM	= 1 si une technologie de fabrication et de montage est utilisée	0,1855	0,3888
Technologie de MAM	= 1 si une technologie de manutention automatisée des matériaux est utilisée	0,0313	0,1741
Technologie d'IC	= 1 si une technologie d'inspection et de communication est utilisée	0,2174	0,4126
Innovateur	= 1 si une activité d'innovation est introduite	0,3804	0,4856
Région :			
Atlantique	= 1 si au Canada atlantique	0,0487	0,2153
Québec	= 1 si au Québec	0,3182	0,4659
Ontario	= 1 si en Ontario	0,3958	0,4892
Prairies	= 1 si dans les provinces des Prairies	0,1522	0,3593
Colombie-Britannique	= 1 si en Colombie-Britannique	0,0851	0,2792
Secteur industriel :			
Innovateur central	= 1 si l'une des industries innovatrices centrales	0,1554	0,3624
Innovateur secondaire	= 1 si l'une des industries innovatrices secondaires	0,3080	0,4618
Innovateur autre	= 1 si l'une des autres industries innovatrices	0,5366	0,4988
Nombre de concurrents :			
0 à 5	= 1 si 5 concurrents ou moins	0,2841	0,4511
6 à 19	= 1 si 6 à 19 concurrents	0,3042	0,4602
20 et plus	= 1 si 20 concurrents et plus	0,4117	0,4923
Année de naissance :			
Avant 1975	= 1 si avant 1975	0,2918	0,4547
Entre 1975 et 1984	= 1 si entre 1975 et 1984	0,2908	0,4543
Après 1984	= 1 si après 1984	0,4174	0,4933
Modèles de croissance de la production :			
Faible	= 1 si enregistre une faible croissance des livraisons	0,3507	0,4773
Moyenne	= 1 si enregistre une croissance moyenne des livraisons	0,4239	0,4943
Élevée	= 1 si enregistre une croissance élevée des livraisons	0,1987	0,3991
Canada	= 1 si appartient à des Canadiens	0,8798	0,3252
Nombres d'employés :			
1 à 19	= 1 si 1 à 19 employés	0,5177	0,4998
20 à 99	= 1 si 20 à 99 employés	0,3446	0,4754
100 à 499	= 1 si 100 à 499 employés	0,1204	0,3256
500 et plus	= 1 si 500 employés et plus	0,0172	0,1301
Syndicat	= 1 si les employés sont syndiqués	0,2917	0,4547
Nombre d'observations		1 936	

Nota : Les statistiques relatives à l'échantillon sont pondérées selon les établissements.

Tableau 6. Résultats des régressions logistiques relatifs au signalement des entraves à l'adoption des technologies de pointe

Variable indépendante	Var. dép. = problèmes liés aux coûts (1)		Var. dép. = problèmes liés au cadre institutionnel (2)		Var. dép. = problèmes en matière de main-d'œuvre (3)		Var. dép. = problèmes liés à la structure organisationnelle (4)		Var. dép. = problèmes en matière d'information (5)	
	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t
1 à 4 technologies	0,6320	4,80	-0,1897	-1,16	0,1665	1,30	0,2015	1,43	0,0610	0,37
5 à 9 technologies	0,5623	2,84	0,0731	0,32	0,2337	1,27	0,2209	1,10	0,6219	2,95
10 technologies et plus	1,3727	3,22	0,9125	2,62	0,7218	2,38	0,4455	1,40	0,5691	1,66
Innovateur	0,1558	1,30	0,3297	2,25	0,1555	1,30	0,0813	0,62	0,6460	4,38
Atlantique	-0,5790	-2,50	-1,2703	-3,18	-0,5121	-1,96	-0,6865	-2,09	0,3317	1,11
Québec	-0,2243	-1,79	-1,0762	-6,35	-0,7705	-5,71	-0,1232	-0,87	0,0919	0,57
Prairies	0,1437	0,90	-0,5582	-2,88	-0,0762	-0,50	0,0903	0,53	0,4510	2,43
Colombie-Britannique	0,0175	0,09	-0,2143	-0,96	0,0890	0,48	-0,3519	-1,52	-0,1640	-0,63
Secteur central	0,0061	0,04	-0,3420	-1,69	0,1179	0,75	-0,1585	-0,92	0,2859	1,56
Secteur secondaire	-0,1780	-1,54	-0,0622	-0,43	0,1095	0,92	-0,2655	-1,97	0,0276	0,18
6 à 19 concurrents	0,3797	2,89	0,4303	2,53	0,2288	1,62	0,1603	1,04	0,3961	2,27
20 concurrents et plus	0,4832	3,88	0,1729	1,05	0,4489	3,38	0,2898	1,98	0,4292	2,56
Naissance entre 1975 et 1984	0,3280	2,33	-0,0453	-0,23	0,3492	2,29	0,2916	1,81	-0,0516	-0,27
Naissance après 1984	0,6805	4,91	0,5428	3,05	0,6056	4,09	0,1719	1,08	0,5053	2,88
Croissance moyenne	0,0164	0,14	0,2961	2,05	0,3366	2,76	0,0666	0,49	-0,1068	-0,71
Croissance élevée	-0,2579	-1,46	0,0592	0,26	0,3447	1,96	0,1733	0,93	0,1237	0,59
Appartenant à des intérêts canadiens	0,2579	1,42	-0,0045	-0,02	0,1148	0,65	-0,1523	-0,83	0,3817	1,73
20 à 99 employés	-0,1002	-0,75	-0,4053	-2,42	-0,0588	-0,43	0,1328	0,88	-0,0792	-0,46
100 à 499 employés	0,6225	2,54	-0,4448	-1,50	0,3909	1,71	0,5630	2,32	0,0390	0,14
500 employés et plus	0,5948	1,08	-1,3722	-2,09	0,3599	0,80	0,5632	1,22	-0,2321	-0,44
Syndicat	0,1007	0,80	0,1977	1,27	0,2094	1,65	0,2975	2,19	0,1334	0,86
Constante	-0,3147	-1,29	-1,6852	-5,40	-1,9094	-7,47	-1,7711	-6,60	-3,0828	-9,60
Statistiques sommaires :										
N	1 936		1 936		1 936		1 936		1 936	
n (variable dépendante = 1)	1326		318		558		406		309	
Fonction LL	-1 147,3		-814,8		-1 106,5		-961,4		-810,0	
χ^2	118,5		100,6		112,6		64,6		81,2	
Justesse des prévisions en %	70,3		83,6		71,6		79,0		84,2	

Nota : Les groupes de référence sont des entreprises n'utilisant aucune technologie de pointe, ne menant pas d'activité innovatrice, situées en Ontario, faisant partie du secteur industriel « autre », confrontées à cinq concurrents ou moins, nées avant 1975, enregistrant une faible croissance de leur production, appartenant à des étrangers, ayant 1 à 19 employés et dont les employés ne sont pas syndiqués. Les valeurs critiques pour la statistique t sont 2,58 pour un test bilatéral de 1 %, 1,96 pour un test bilatéral de 5 % et 1,65 pour un test bilatéral de 10 %.

Tableau 7. Estimation de la probabilité d'enregistrer des entraves à l'adoption des technologies de pointe

	Problèmes liés aux coûts (1)	Problèmes liés au cadre institutionnel (2)	Problèmes en matière de main-d'œuvre (3)	Problèmes liés à la structure organisationnelle (4)	Problèmes en matière d'information (5)
	Pourcentage				
Nombre de technologies utilisées :					
0	66,1	14,4	21,1	17,8	12,7
1 à 4	78,6	14,4	21,1	17,8	12,7
5 à 9	77,4	14,4	21,1	17,8	21,4
10 et plus	88,5	29,5	35,5	17,8	20,5
Innovateur	71,7	17,5	21,5	17,8	19,1
Non-innovateur	71,7	13,3	21,5	17,8	11,0
Région :					
Atlantique	61,1	7,4	17,7	10,2	12,9
Québec	69,2	8,8	14,2	18,3	12,9
Ontario	73,7	22,0	26,4	18,3	12,9
Prairies	73,7	13,9	26,4	18,3	18,9
Colombie-Britannique	73,7	22,0	26,4	18,3	12,9
Secteur industriel :					
Innovateur central	71,7	11,5	21,5	19,1	13,7
Innovateur secondaire	71,7	15,5	21,5	15,3	13,7
Autre	71,7	15,5	21,5	19,1	13,7
Nombre de concurrents :					
5 ou moins	65,0	13,2	18,5	16,2	10,5
6 à 19	73,1	19,0	18,5	16,2	14,9
20 et plus	75,0	13,2	26,2	20,5	15,3
Année de naissance :					
Avant 1975	63,5	12,1	16,1	16,6	11,4
Entre 1975 et 1984	70,7	12,1	21,4	21,1	11,4
Après 1984	77,4	19,2	26,0	16,6	17,6
Modèles de croissance de la production :					
Faible	71,7	13,3	18,1	17,8	13,7
Moyenne	71,7	17,1	23,7	17,8	13,7
Élevée	71,7	13,3	23,8	17,8	13,7
Appartenant à des intérêts canadiens	71,7	14,8	21,5	17,8	14,2
Appartenant à des intérêts étrangers	71,7	14,8	21,5	17,8	10,2
Nombre d'employés :					
1 à 19	70,2	17,0	20,7	16,9	13,7
20 à 99	70,2	12,0	20,7	16,9	13,7
100 à 499	81,4	17,0	27,8	26,3	13,7
500 et plus	70,2	4,9	20,7	16,9	13,7
Syndicat	71,7	14,8	24,1	21,1	13,7
Sans syndicat	71,7	14,8	20,5	16,6	13,7

Nota : On calcule les probabilités en fixant des coefficients peu différents de zéro à 10 % à zéro et on les évalue aux valeurs moyennes de l'échantillon. Dans le cas des variables fictives, cela se fait en utilisant la somme du coefficient non pondéré de la variable et des coefficients pondérés des autres groupes de variables fictives, où la pondération est la part de la variable correspondante dans l'échantillon.

4. Conclusion

Le présent document a porté sur un examen de différents problèmes auxquels les entreprises du secteur canadien de la fabrication sont confrontées lorsqu'elles adoptent des technologies de pointe. Même si elle est extrêmement importante, l'utilisation des technologies de pointe n'est pas répandue dans les usines. Cela s'explique notamment par le fait que les technologies de pointe offrent une vaste gamme d'avantages, mais que les usines sont également confrontées à une série d'entraves qui les empêchent d'adopter ces technologies. Il y a *grosso modo* cinq catégories de problèmes auxquels font face les entreprises : les problèmes liés aux coûts, les problèmes liés au cadre institutionnel, les problèmes en matière de main-d'œuvre, les problèmes liés à la structure organisationnelle et les problèmes en matière d'information.

Les problèmes liés aux coûts incluent le coût du capital, le coût d'acquisition des technologies, le coût d'acquisition du matériel connexe, le coût de mise au point des logiciels s'y rattachant et la hausse des dépenses d'entretien. Les problèmes liés au cadre institutionnel découlent des pratiques fiscales englobant les investissements dans la R-D, les crédits d'impôt et les déductions pour amortissement et de la réglementation et des normes gouvernementales. Les problèmes en matière de main-d'œuvre découlent d'une pénurie de compétences, des difficultés relatives à la formation et des conventions collectives. Les problèmes liés à la structure organisationnelle sont associés aux difficultés de mise en œuvre de changements à la structure d'une entreprise nécessaires pour ingérer de nouvelles technologies, à la mauvaise attitude de la direction et à la résistance des travailleurs. Les problèmes en matière d'information découlent d'un manque d'information scientifique et technique, de services technologiques et de soutien technique de la part des vendeurs.

Sauf de rares exceptions, on constate que le pourcentage des usines ayant signalé des entraves est nettement et constamment plus élevé chez les utilisateurs que chez les non-utilisateurs des technologies de pointe et que l'utilisation de ces dernières est plus fréquente dans les entreprises qui innovent que dans celles qui n'introduisent pas d'innovation. Cela laisse entendre que les entraves surviennent durant le processus d'innovation, puisque les entreprises apprennent par la pratique. Les utilisateurs sont confrontés à l'intérieur du processus d'adoption de nouvelles technologies à différents problèmes et doivent les surmonter. Les non-utilisateurs peuvent avoir une idée générale de l'importance des diverses entraves, mais sont incapables de se rendre compte de leur gravité avant d'y faire face. On ne peut facilement déterminer *ex ante* l'ampleur de certains de ces problèmes, qui sont d'une nature très complexe.

L'analyse de régression confirme que bien des entraves sont liées à des variables qui saisissent la complexité technologique des entreprises (l'incidence ou l'intensité d'utilisation des technologies de pointe et les compétences des innovateurs). Ces entraves sont cependant aussi positivement associées à bien des caractéristiques d'une usine mises en corrélation avec des compétences technologiques. Ces faits prouvent l'un et l'autre l'idée qu'on apprend à connaître les entraves. Ces dernières peuvent être des barrières, mais il y a des barrières qui n'arrêtent pas l'innovation ni l'adoption de nouvelles technologies. Ce sont des obstacles qu'on surmonte au fur et à mesure de l'introduction d'une technologie dans une usine. Cela confirme les résultats de recherches connexes ayant porté sur un examen des différences entre des entreprises innovatrices et non

innovatrices dans le secteur des services (Gellaty et Peters, 1999).

Cette perception influence la façon dont nous devrions interpréter les entraves dont les enquêtes sur les technologies de pointe et l'innovation fournissent un aperçu. Il ne faudrait pas les interpréter comme des barrières infranchissables qui empêchent d'adopter des technologies de pointe. Ces problèmes existent sans aucun doute, mais ce n'est pas ce que nous mesurons actuellement dans le cadre des enquêtes susmentionnées. Ces dernières ont plutôt indiqué le plan sur lequel les entreprises qui connaissent le succès font face à des problèmes et les règlent. Elles servent à ce titre de guides quant aux plans sur lesquels ces problèmes risquent d'être plus intenses, bien que nous devions nous montrer prudents à ce niveau dans notre interprétation parce que nous n'avons pas de mesure monétaire; seule la fréquence des entraves nous a été signalée.

Il vaut aussi la peine de noter que la nature des problèmes auxquels on doit s'attaquer diffère entre les divers acteurs concernés. Les problèmes liés aux coûts sont plus marqués lorsque la concurrence est plus forte et que les établissements sont plus jeunes. Les problèmes liés au cadre institutionnel sont plus communs chez les innovateurs et dans les établissements plus jeunes. Les problèmes en matière de main-d'œuvre sont plus graves dans les entreprises qui utilisent abondamment les technologies de pointe, dans les entreprises qui sont confrontées à une concurrence plus intense, dans les établissements plus jeunes et dans ceux qui enregistrent une croissance plus élevée. Les problèmes liés à la structure organisationnelle sont plus probables dans les plus vieux établissements, de taille moyenne et syndiqués. Les problèmes en matière d'information sont plus typiques chez les usagers des technologies de pointe, chez les innovateurs, dans les jeunes entreprises et dans les établissements appartenant à des intérêts canadiens. Nous observons aussi des différences entre les régions dans tous ces groupes d'entraves. Les usines situées dans les régions plus technologiquement avancées font face à plus d'entraves.

Annexe

Tableau A1. Résultats des régressions logistiques relatifs au signalement des entraves à l'adoption des technologies de pointe (utilisation ou non des technologies)

Variable indépendante	Var. dép. = Problèmes liés aux coûts (1)		Var. dép. = Problèmes liés au cadre institutionnel (2)		Var. dép. = Problèmes en matière de main-d'œuvre (3)		Var. dép. = Problèmes liés à la structure organisationnelle (4)		Var. dép. = Problèmes en matière d'information (5)	
	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t
Utilisateur	0,6467	5,33	-0,0581	-0,40	0,2110	1,78	0,2193	1,68	0,2325	1,59
Innovateur	0,1604	1,35	0,3620	2,49	0,1700	1,43	0,0871	0,66	0,6778	4,64
Atlantique	-0,5789	-2,50	-1,2743	-3,19	-0,5129	-1,97	-0,6863	-2,10	0,3170	1,06
Québec	-0,2230	-1,78	-1,0575	-6,27	-0,7666	-5,69	-0,1231	-0,87	0,0879	0,54
Prairies	0,1417	0,89	-0,5549	-2,87	-0,0786	-0,51	0,0882	0,52	0,4510	2,44
Colombie-Britannique	0,0100	0,05	-0,2393	-1,08	0,0770	0,41	-0,3582	-1,55	-0,1802	-0,69
Secteur central	0,0154	0,10	-0,2974	-1,48	0,1368	0,88	-0,1491	-0,87	0,2994	1,65
Secteur secondaire	-0,1761	-1,52	-0,0606	-0,42	0,1130	0,95	-0,2637	-1,96	0,0280	0,19
6 à 19 concurrents	0,3869	2,95	0,4232	2,50	0,2321	1,65	0,1625	1,05	0,3644	2,10
20 concurrents et plus	0,4847	3,90	0,1775	1,08	0,4525	3,41	0,2910	1,99	0,4217	2,52
Naissance entre 1975 et 1984	0,3312	2,35	-0,0393	-0,20	0,3523	2,31	0,2935	1,82	-0,0623	-0,33
Naissance après 1984	0,6821	4,93	0,5509	3,10	0,6087	4,12	0,1740	1,09	0,5178	2,96
Croissance moyenne	0,0131	0,11	0,2993	2,07	0,3358	2,75	0,0654	0,48	-0,0927	-0,62
Croissance élevée	-0,2622	-1,49	0,0700	0,31	0,3439	1,96	0,1721	0,93	0,1364	0,65
Appartenant à des intérêts canadiens	0,2564	1,42	-0,0327	-0,15	0,1038	0,59	-0,1558	-0,85	0,3461	1,58
20 à 99 employés	-0,1083	-0,82	-0,4148	-2,48	-0,0669	-0,49	0,1289	0,85	-0,0673	-0,40
100 à 499 employés	0,6353	2,61	-0,3596	-1,23	0,4199	1,85	0,5744	2,39	0,1421	0,52
500 employés et plus	0,9132	1,76	-0,7438	-1,21	0,6348	1,50	0,6824	1,57	0,0398	0,08
Syndicat	0,1003	0,80	0,1915	1,23	0,2067	1,63	0,2960	2,18	0,1299	0,84
Constante	-0,3161	-1,29	-1,6838	-5,42	-1,9092	-7,49	-1,7714	-6,60	-3,0645	-9,59
Statistiques sommaires :										
N	1 936		1 936		1 936		1 936		1 936	
n (variable dépendante = 1)	1 326		318		558		406		309	
Fonction LL	-1 149,2		-819,4		-1 108,1		-961,7		-813,7	
χ^2	114,6		91,4		109,2		64,0		73,7	
Justesse des prévisions en %	70,3		83,6		71,0		79,0		84,0	

Nota : Les groupes de référence sont des non-utilisateurs, ne menant pas d'activité innovatrice, situés en Ontario, faisant partie du secteur industriel « autre », confrontés à 5 concurrents ou moins, nés avant 1975, enregistrant une faible croissance de leur production, appartenant à des étrangers, ayant 1 à 19 employés et dont les employés ne sont pas syndiqués.

Tableau A2. Résultats des régressions logistiques relatifs au signalement des entraves à l'adoption des technologies de pointe (nombre total de technologies utilisées)

Variable indépendante	Var. dép. = Problèmes liés aux coûts (1)		Var. dép. = Problèmes liés au cadre institutionnel (2)		Var. dép. = Problèmes en matière de main-d'œuvre (3)		Var. dép. = Problèmes liés à la structure organisationnelle (4)		Var. dép. = Problèmes en matière d'information (5)	
	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t
Utilisation des technologies	0,0991	3,95	0,0511	2,00	0,0574	2,74	0,0259	1,15	0,0569	2,37
Innovateur	0,1736	1,46	0,2899	1,98	0,1419	1,18	0,0981	0,74	0,6557	4,48
Atlantique	-0,5833	-2,53	-1,2500	-3,13	-0,5054	-1,94	-0,6899	-2,11	0,3243	1,09
Québec	-0,2543	-2,04	-1,0402	-6,19	-0,7712	-5,73	-0,1340	-0,95	0,0849	0,53
Prairies	0,1271	0,80	-0,5431	-2,81	-0,0756	-0,49	0,0849	0,50	0,4549	2,46
Colombie-Britannique	0,0161	0,08	-0,2048	-0,92	0,0992	0,53	-0,3541	-1,53	-0,1596	-0,61
Secteur central	0,0485	0,31	-0,3310	-1,64	0,1273	0,81	-0,1408	-0,82	0,2952	1,62
Secteur secondaire	-0,1662	-1,44	-0,0665	-0,46	0,1105	0,93	-0,2606	-1,94	0,0280	0,19
6 à 19 concurrents	0,3915	2,99	0,4410	2,60	0,2420	1,72	0,1638	1,06	0,3745	2,16
20 concurrents et plus	0,4825	3,89	0,1799	1,09	0,4517	3,40	0,2914	1,99	0,4228	2,53
Naissance entre 1975 et 1984	0,3504	2,49	-0,0547	-0,28	0,3541	2,32	0,2986	1,86	-0,0612	-0,32
Naissance après 1984	0,6747	4,89	0,5364	3,02	0,6023	4,07	0,1727	1,09	0,5131	2,93
Croissance moyenne	0,0196	0,17	0,2899	2,01	0,3359	2,76	0,0693	0,51	-0,0928	-0,62
Croissance élevée	-0,2597	-1,48	0,0501	0,22	0,3378	1,92	0,1720	0,93	0,1296	0,62
Appartenant à des intérêts canadiens	0,2708	1,50	-0,0016	-0,01	0,1291	0,73	-0,1511	-0,82	0,3711	1,69
20 à 99 employés	-0,0622	-0,47	-0,4563	-2,74	-0,0669	-0,49	0,1503	1,00	-0,0615	-0,36
100 à 499 employés	0,6453	2,64	-0,5222	-1,76	0,3510	1,53	0,5915	2,44	0,0736	0,27
500 employés et plus	0,5816	1,08	-1,1545	-1,80	0,3359	0,75	0,6132	1,34	-0,2496	-0,47
Syndicat	0,1196	0,95	0,1757	1,13	0,2100	1,66	0,3063	2,27	0,1372	0,89
Constante	-0,2627	-1,08	-1,7393	-5,60	-1,9170	-7,51	-1,7468	-6,53	-3,0732	-9,60
Statistiques sommaires :										
N	1 936		1 936		1 936		1 936		1 936	
n (variable dépendante = 1)	1 326		318		558		406		309	
Fonction LL	-1 155,4		-817,6		-1 106,0		-962,4		-812,3	
χ^2	102,3		95,2		113,5		62,5		76,7	
Justesse des prévisions en %	69,9		83,6		71,7		79,0		84,0	

Nota : Les groupes de référence sont des entreprises ne menant pas d'activité innovatrice, situées en Ontario, faisant partie du secteur industriel « autre », confrontées à 5 concurrents ou moins, nées avant 1975, enregistrant une faible croissance de leur production, appartenant à des étrangers, ayant 1 à 19 employés et dont les employés ne sont pas syndiqués.

Tableau A3. Résultats des régressions logistiques relatifs au signalement des entraves à l'adoption des technologies de pointe (interaction entre l'utilisation des technologies et l'innovation)

Variable indépendante	Var. dép. = Problèmes liés aux coûts (1)		Var. dép. = Problèmes liés au cadre institutionnel (2)		Var. dép. = Problèmes en matière de main-d'œuvre (3)		Var. dép. = Problèmes liés à la structure organisationnelle (4)		Var. dép. = Problèmes en matière d'information (5)	
	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t	Coefficient	Ratio de t
Non-utilisateur – innovateur	0,1910	1,28	0,2556	1,35	0,3084	1,94	0,1190	0,66	0,6908	3,59
Utilisateur – innovateur	0,7936	4,99	0,3299	1,78	0,3543	2,30	0,3019	1,80	0,9094	4,88
Utilisateur – non-innovateur	0,6811	4,29	-0,1794	-0,89	0,3400	2,21	0,2478	1,45	0,2473	1,20
Atlantique	-0,5792	-2,50	-1,2748	-3,19	-0,5133	-1,97	-0,6865	-2,10	0,3171	1,06
Québec	-0,2204	-1,76	-1,0684	-6,32	-0,7552	-5,59	-0,1208	-0,85	0,0891	0,55
Prairies	0,1413	0,88	-0,5542	-2,87	-0,0795	-0,52	0,0878	0,51	0,4508	2,44
Colombie-Britannique	0,0084	0,04	-0,2278	-1,02	0,0679	0,36	-0,3604	-1,56	-0,1813	-0,70
Secteur central	0,0161	0,10	-0,2964	-1,47	0,1378	0,88	-0,1490	-0,87	0,2993	1,65
Secteur secondaire	-0,1754	-1,51	-0,0620	-0,43	0,1159	0,97	-0,2635	-1,96	0,0283	0,19
6 à 19 concurrents	0,3882	2,96	0,4217	2,49	0,2367	1,68	0,1636	1,06	0,3650	2,10
20 concurrents et plus	0,4844	3,89	0,1819	1,10	0,4502	3,39	0,2906	1,99	0,4215	2,52
Naissance entre 1975 et 1984	0,3304	2,34	-0,0400	-0,21	0,3516	2,31	0,2930	1,82	-0,0624	-0,33
Naissance après 1984	0,6842	4,93	0,5412	3,04	0,6190	4,18	0,1763	1,11	0,5189	2,96
Croissance moyenne	0,0132	0,11	0,3003	2,08	0,3363	2,76	0,0659	0,48	-0,0926	-0,62
Croissance élevée	-0,2601	-1,48	0,0642	0,28	0,3502	1,99	0,1738	0,93	0,1370	0,65
Appartenant à des intérêts canadiens	0,2548	1,41	-0,0298	-0,14	0,1005	0,57	-0,1565	-0,85	0,3458	1,58
20 à 99 employés	-0,1105	-0,83	-0,4095	-2.44	-0,0760	-0,55	0,1266	0,84	-0,0681	-0,40
100 à 499 employés	0,6356	2,62	-0,3674	-1,25	0,4254	1,88	0,5748	2,39	0,1428	0,52
500 employés et plus	0,9253	1,78	-0,7846	-1,27	0,6773	1,60	0,6906	1,59	0,0434	0,09
Syndicat	0,1015	0,80	0,1840	1,18	0,2128	1,68	0,2971	2,19	0,1303	0,84
Constante	-0,3239	-1,32	-1,6501	-5,29	-1,9528	-7,59	-1,7811	-6,57	-3,0695	-9,49
Statistiques sommaires :										
N	1 936		1 936		1 936		1 936		1 936	
n (variable dépendante = 1)	1 326		318		558		406		309	
Fonction LL	-1 149,2		-819,0		-1 107,3		-961,7		-813,7	
χ^2	114,8		92,2		110,9		64,1		73,8	
Justesse des prévisions en %	70,4		83,6		71,4		79,1		84,0	

Nota : Les groupes de référence sont des non-utilisateurs – non-innovateurs, situés en Ontario, faisant partie du secteur industriel « autre », confrontés à 5 concurrents ou moins, nés avant 1975, enregistrant une faible croissance de leur production, appartenant à des étrangers, ayant 1 à 19 employés et dont les employés ne sont pas syndiqués.

Bibliographie

Arundel, A. 1997. "Enterprise Strategies and Barriers to Innovation." Dans *Innovation Measurement and Policies*. Sous la direction de A. Arundel et R. Garrelfs (dir.) European Commission, EIMS publication 50, p. 101-108.

Australian Bureau of Statistics. 1989. *Manufacturing Technology Statistics*. N° 81230 au catalogue. Canberra.

Baldwin, J.R. 1996. "Innovation: The Key to Success in Small Firms." Dans *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*. Publié sous la direction de J. de la Mothe et de G. Paquette. Londres : Pinter.

Baldwin, J.R. 1999. *Innovation, formation et réussite*. Documents de recherche n° 137. Direction des études analytiques. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et M. Da Pont. 1996. *L'innovation dans les entreprises de fabrication Canadiennes*. N° 88-513-XPB au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et B. Diverty. 1995. *Utilisation des technologies de pointe dans les établissements de fabrication*. Documents de recherche n° 85. Direction des études analytiques. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty et D. Sabourin. 1995. *Utilisation des technologies et transformation industrielle : Perspectives empiriques*. Documents de recherche n° 75. Direction des études analytiques. Ottawa : Statistique Canada. Également publié dans T. Courchene (dir.) *Technology, Information and Public Policy*. John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario. Queen's University.

Baldwin, J.R., G. Gellatly, J. Johnson et V. Peters. 1998. *L'innovation dans les industries de service dynamiques*. N° 88-516-XPB au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R., T. Gray et J. Johnson. 1996. "Advanced Technology Use and Training in Canadian Manufacturing." *Canadian Business Economics* 5 : automne 1996. 51-70.

Baldwin, J.R. et Joanne Johnson. 1996. "Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada." *Research Policy* 25 : 785-804.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1998. "Innovator Typologies, Related Competencies, and Performance." Dans G. Eliasson, C. Green et C. McCann, Jr. (dir.), *Microfoundations of Economic Growth: A Schumpeterian Perspective*, 227-253, Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan Press.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1999. "Innovation and Entry." Dans *Are Small Firms Important? Their Role and Impact*. Sous la direction de Z. Acs. Kluwer.

Baldwin, J.R. et P. Hanel. 2002. *Knowledge Creation and Innovation Activity in an Open Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. À paraître.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 1995. *Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*. N° 88-512-XPB au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 1997. "Les facteurs associés à l'adoption de technologies : Une comparaison entre le Canada et les États-Unis." *L'observateur économique canadien*. Ottawa : Statistique Canada. Août p. 3.1-3.17.

Baldwin, J.R., P. Hanel et D. Sabourin. 2001. "Determinants of Innovative Activity in Canadian Manufacturing Firms," Dans *Innovation and Firm Performance. Econometric Explorations of Survey Data*. Sous la direction de Alfred Kleinknecht et P. Mohnen. Londres et Basingstoke : Palgrave. À paraître.

Baldwin, J.R., D. Sabourin et M. Rafiquzzaman. 1996. *Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*. N° 88-514-XPF au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Beaumont, N.B. et R.M Schroder. 1997. "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance amongst Australian Manufacturers." *Technovation* 17(6) 297-307.

Cosh, A., A. Hughes et E. Wood. 1996. "Innovation in UK SMEs: Causes and the Consequences for Firm Failure and Acquisition." Working Paper 48. Cambridge: University of Cambridge ESRC Centre for Business Research.

Evangelista, R. et G. Sirilli. 1997. "Innovation in Services and Manufacturing: Results from the Italian Surveys." Working Paper 73. Cambridge: University of Cambridge ESRC Centre for Business Research.

Gellatly, G. et V. Peters. 1999. *Différences de profils entre innovateurs et non-innovateurs : Les petits établissements du secteur des services aux entreprises*. Documents de recherche n° 143. Direction des études analytiques. Ottawa : Statistique Canada.

OCDE. 1991. *Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology*. Paris : Organisation de Coopération et de Développement Économiques.

Papaconstantinou, G.N. Sakurai, A.Wyckoff, J. Fagerberg et E. Ionnidis. 1996. *Technology Diffusion, Productivity and International Competitiveness: An Empirical Analysis*. Rapport pour le European Commission. EIMS Publication No. 13.

Rischel, T.D. et O.M. Burns. 1997. "The Impact of Technology on Small Manufacturing Firms." *Journal of Small Business Management* 35 : 2-10.

Robson, M., J. Townsend et K. Pavitt. 1988. "Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the UK: 1945-1983. *Research Policy* 17 : 1-14.

Small, M.H. 1998. "Objectives for Adopting Advanced Manufacturing Systems: Promise and Performance." *Industrial Management and Data Systems* 98 : 129-37.

Spina, G., E. Bartezzaghi, A. Bart, R. Cagliano, D. Draaijer et H. Boer. 1996. Strategically Flexible Production: The Multifocused Manufacturing Paradigm." *International Journal of Operations and Production Management* 16 : 20-41.

Tracey, M., M.A. Vonderrembse et J.S. Lim. 1999. "Manufacturing Technology and Strategy Formulation: Keys to Enhancing Competitiveness and Improving Performance." *Journal of Operations Management* 17 : 4111-428.

United States Bureau of the Census. 1989. *Manufacturing Technology 1988.* SMT (88-1). Washington: U.S. Department of Commerce.

United States Bureau of the Census. 1993. *Manufacturing Technology: Prevalence and Plans for Use: 1993.* SMT (93-3). Current Industrial Reports. Washington: U.S. Department of Commerce.

Young, R.C., J.D. Francis et C. Young. 1993. "Innovation, High-Technology Use, and Flexibility in Small Manufacturing Firms." *Growth and Change* 24 : 67-86.

DIRECTION DES ÉTUDES ANALYTIQUES
DOCUMENTS DE RECHERCHE

N° 1 *Réaction comportementale dans le contexte d'une simulation micro-analytique socio-économique* **par Lars Osberg (Avril 1986)**

N° 2 *Chômage et formation* **par Garnett Picot (1987)**

N° 3 *Des pensions aux personnes au foyer et leur répartition sur la durée du cycle de vie* **par Michael C. Wolfson (Août 1987)**

N° 4 *La modélisation des profils d'emploi des Canadiens au cours de leur existence* **par Garnett Picot (Hiver 1986)**

N° 5 *Perte d'un emploi et adaptation au marché du travail dans l'économie canadienne* **par Garnett Picot et Ted Wannell (1987)**

N° 6 *Système de statistiques relatives à la santé : Proposition d'un nouveau cadre théorique visant l'intégration de données relatives à la santé* **par Michael C. Wolfson (Mars 1990)**

N° 7 *Projet-pilote de raccordement micro-macro pour le secteur des ménages au Canada* **par Hans J. Adler et Michael Wolfson (Août 1987)**

N° 8 *Notes sur les groupements de sociétés et l'impôt sur le revenu au Canada* **par Michael C. Wolfson (Octobre 1987)**

N° 9 *L'expansion de la classe moyenne : Données canadiennes sur le débat sur la déqualification* **par John Myles (Automne 1987)**

N° 10 *La montée des conglomérats* **par Jorge Niosi (1987)**

N° 11 *Analyse énergétique du commerce extérieur canadien : 1971 et 1976* **par K.E. Hamilton (1988)**

N° 12 *Taux nets et bruts de concentration des terres* **par Ray D. Bollman et Philip Ehrensaft (1988)**

N° 13 *Tables de mortalité en l'absence d'une cause pour le Canada (1921 à 1981) : Une méthode d'analyse de la transition épidémiologique* **par Dhruva Nagnur et Michael Nagrodski (Novembre 1987)**

N° 14 *Distribution de la fréquence d'occurrence des sous-séquences de nucléotides, d'après leur capacité de chevauchement* **par Jane F. Gentleman et Ronald C. Mullin (1988)**

N° 15 *L'immigration et le caractère ethnolinguistique du Canada et du Québec* **par Réjean Lachapelle (1988)**

N° 16 *Intégration de la ferme au marché extérieur et travail hors ferme des membres des ménages agricoles* **par Ray D. Bollman et Pamela Smith (1988)**

N° 17 *Les salaires et les emplois au cours des années 1980 : Évolution des salaires des jeunes et déclin de la classe moyenne* **par J. Myles, G. Picot et T. Wannell (Juillet 1988)**

N° 18 *Profil des exploitants agricoles dotés d'un ordinateur* **par Ray D. Bollman (Septembre 1988)**

N° 19 *Répartitions des risques de mortalité : Une analyse de tables de mortalité* **par Geoff Rowe (Juillet 1988)**

N° 20 *La classification par industrie dans le recensement canadien des manufactures : Vérification automatisée à l'aide des données sur les produits* **par John S. Crysdale (Janvier 1989)**

N° 21 *Consommation, revenus et retraite* **par A.L. Robb et J.B. Burbridge (1989)**

N° 22 *Le renouvellement des emplois dans le secteur manufacturier au Canada* **par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (Été 1989)**

N° 23 *La dynamique des marchés concurrentiels* **par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (1990)**

- A. *Entrée et sortie d'entreprises dans le secteur manufacturier au Canada*
- B. *Mobilité à l'intérieur des branches d'activité dans le secteur manufacturier au Canada*
- C. *Mesure de l'entrée et de la sortie dans le secteur manufacturier au Canada : Méthodologie*
- D. *Effet de la libre concurrence sur la productivité : Rôle de la rotation des entreprises et des usines*
- E. *Les fusions et le processus concurrentiel*
- F. *n/a*
- G. *Les statistiques de concentration comme prédicteurs du degré de concurrence*
- H. *Le rapport entre la mobilité et la concentration dans le secteur manufacturier au Canada*

N° 24 *Améliorations apportées au SAS de l'ordinateur central en vue de faciliter l'analyse exploratoire des données* **par Richard Johnson, Jane F. Gentleman et Monica Tomiak (1989)**

N° 25 *Aspects de l'évolution du marché du travail au Canada : Mutations intersectorielles et roulement de la main-d'oeuvre* **par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (1989)**

N° 26 *L'écart persistant : Étude de la différence dans les gains des hommes et des femmes qui ont récemment reçu un diplôme d'études postsecondaires* **par Ted Wannell (1989)**

N° 27 *Estimation des pertes de sol sur les terres agricoles à partir des données du recensement de l'agriculture sur les superficies cultivées* **par Douglas F. Trant (1989)**

N° 28 *Les bons et les mauvais emplois et le déclin de la classe moyenne : 1967-1986* **par Garnett Picot, John Myles et Ted Wannell (1990)**

N° 29 *Données longitudinales sur la carrière relatives à certaines cohortes de fonctionnaires, 1978-1987* **par Garnett Picot et Ted Wannell (1990)**

N° 30 *L'incidence des revenus sur la mortalité sur une période de vingt-cinq ans* **par Michael Wolfson, Geoff Rowe, Jane F. Gentleman et Monica Tomiak (1990)**

N° 31 *Réaction des entreprises à l'incertitude des prix : La stabilisation tripartite et l'industrie des bovins dans l'ouest du Canada* **par Theodore M. Horbulyk (1990)**

N° 32 *Méthodes de lissage pour microdonnées longitudinales simulées* **par Jane F. Gentleman, Dale Robertson et Monica Tomiak (1990)**

N° 33 *Tendances des investissements directs canadiens à l'étranger* **par Paul K. Gorecki (1990)**

N° 34 *POHEM - une approche inédite pour l'estimation de l'espérance de vie corrigée en fonction de l'état de santé* **par Michael C. Wolfson (1991)**

N° 35 *Emploi et taille des entreprises au Canada : Les petites entreprises offrent-elles des salaires inférieurs?* **par René Morissette (1991)**

N° 36 *Distinguer les caractéristiques des acquisitions étrangères en haute technologie dans le secteur manufacturier canadien* **par John R. Baldwin et Paul K. Gorecki (1991)**

N° 37 *Efficience des branches d'activité et roulement des établissements dans le secteur canadien de la fabrication* ***par John R. Baldwin (1991)***

N° 38 *Le vieillissement de la génération du baby boom : Effets sur le secteur public du Canada* ***par Brian B. Murphy et Michael C. Wolfson (1991)***

N° 39 *Tendances dans la répartition de l'emploi selon la taille des employeurs : Données canadiennes récentes* ***par Ted Wannell (1991)***

N° 40 *Les petites collectivités du Canada atlantique : Structure industrielle et caractéristiques du marché du travail au début des années 80* ***par Garnett Picot et John Heath (1991)***

N° 41 *La répartition des impôts et des transferts fédéraux et provinciaux dans le Canada rural* ***par Brian B. Murphy (1991)***

N° 42 *Les multinationales étrangères et les fusions au Canada* ***par John Baldwin et Richard Caves (1992)***

N° 43 *Recours répétés à l'assurance-chômage* ***par Miles Corak (1992)***

N° 44 *POHEM -- Un cadre permettant d'expliquer et de modéliser la santé de populations humaines* ***par Michael C. Wolfson (1992)***

N° 45 *Analyse de modèle de l'espérance de vie en santé de la population : Une approche fondée sur la microsimulation* ***par Michael C. Wolfson et Kenneth G. Manton (1992)***

N° 46 *Revenus de carrière et décès : Une analyse longitudinale de la population âgée masculine du Canada* ***par Michael C. Wolfson, Geoff Rowe, Jane Gentleman et Monica Tomiak (1992)***

N° 47 *Tendances longitudinales dans la durée des recours à l'assurance-chômage au Canada* ***par Miles Corak (1992)***

N° 48 *La dynamique du mouvement des entreprises et le processus concurrentiel* ***par John Baldwin (1992)***

N° 49 *Élaboration de données-panel longitudinales à partir de registres des entreprises : Observations du Canada* ***par John Baldwin, Richard Dupuy et William Penner (1992)***

N° 50 *Le calcul de l'espérance de vie ajustée sur la santé pour une province canadienne à l'aide d'une fonction d'utilité multiattribut : Un premier essai* ***par J.-M. Berthelot, R. Roberge et M. C. Wolfson (1992)***

N° 51 *Mesure de la robustesse des barrières à l'entrée* ***par J. R. Baldwin et M. Rafiquzzaman (1993)***

N° 52 *Les multinationales au Canada : Caractéristiques et facteurs déterminants* ***par Paul K. Gorecki (1992)***

N° 53 *La persistance du chômage : Dans quelle mesure l'attribuer aux prestations d'assurance-chômage de prolongation fondée sur le taux de chômage régional* ***par Miles Corak et Stephen Jones (1993)***

N° 54 *Variations cycliques de la durée des périodes de chômage* ***par Miles Corak (1992)***

N° 55 *Licenciements et travailleurs déplacés : Variations cycliques, secteurs les plus touchés et expériences après le licenciement* ***par Garnett Picot et Wendy Pyper (1993)***

N° 56 *La durée du chômage en période d'expansion et de récession* ***par Miles Corak (1993)***

N° 57 *Obtenir un emploi en 1989-1990 au Canada* ***par René Morissette (1993)***

N° 58 *L'appariement de données échantillonnales et administratives en vue d'étudier les déterminants de la santé* **par P. David, J.-M. Berthelot et C. Mustard (1993)**

N° 59 *Maintenir la comparabilité dans le temps des classifications par industrie* **par John S. Crysdale (1993)**

N° 60 *L'inégalité des gains au Canada : Le point sur la situation* **par R. Morissette, J. Myles et G. Picot (Juin 1994)**

N° 61 *Changement structurel dans le secteur canadien de la fabrication (1970-1990)* **par J. Baldwin et M. Rafiquzzaman (Juillet 1994)**

N° 62 *Effets dissuasifs de l'assurance-chômage sur le marché du travail canadien : Un survol* **par M. Corak (Janvier 1994)**

N° 63 *Expériences récentes des jeunes sur le marché du travail au Canada* **par Gordon Betcherman et René Morissette (Juillet 1994)**

N° 64 *Comparaison de la création et de la disparition d'emplois au Canada et aux États-Unis* **parJohn Baldwin, Timothy Dunne et John Haltiwanger (Juillet 1994)**

N° 65 *Heures de travail hebdomadaire au Canada : Le point sur la situation* **par René Morissette et Deborah Sunter (Juin 1994)**

N° 66 *Mesures d'inégalité divergentes -- Théorie, résultats empiriques et recommandations* **par Michael C. Wolfson (Mai 1995)**

N° 67 *XEcon: Un modèle évolutif expérimental de croissance économique* **par Michael C. Wolfson (Juin 1995)**

N° 68 *L'écart entre les gains des hommes et ceux des femmes ayant récemment obtenu un diplôme d'études postsecondaires, 984-92* **par Ted Wannell et Nathalie Caron (Novembre 1994)**

N° 69 *Regard sur les groupes d'équité en matière d'emploi chez ceux ayant récemment obtenu un diplôme d'études postsecondaires : minorités visibles, peuples autochtones et personnes limitées dans leurs activités quotidiennes* **par Ted Wannell et Nathalie Caron (Novembre 1994)**

N° 70 *Les créations d'emplois par les petits producteurs du secteur manufacturier canadien* **par John Baldwin et Garnett Picot (Novembre 1994)**

N° 71 *La part des nouveaux emplois créés au Canada par les petites entreprises est-elle disproportionnée? Réévaluation des faits* **par G. Picot, J. Baldwin et R. Dupuy (Novembre 1994)**

N° 72 *Adaptation par sélection et adaptation évolutive : Apprentissage et performance après l'entrée* **par J. Baldwin et M. Rafiquzzaman (Mai 1995)**

N° 73 *Stratégie des entreprises innovatrices et non innovatrices au Canada* **par J. Baldwin et J. Johnson (Février 1995)**

N° 74 *Développement du capital humain et innovation : La formation dans les petites et moyennes entreprises* **par J. Baldwin et J. Johnson (Mars 1995)**

N° 75 *Utilisation des technologies et transformation industrielle : Perspectives empiriques* **par John Baldwin, Brent Diverty et David Sabourin (Août 1995)**

N° 76 *L'innovation : La clé de la réussite des petites entreprises* **par John R. Baldwin (Février 1995)**

N° 77 *Le chaînon manquant -- Données sur l'élément demande des marchés du travail* **par Lars Osberg (Avril 1995)**

N° 78 *Restructuration du secteur manufacturier canadien 1970 à 1990 : Renouvellement de l'emploi selon le secteur industriel et la région* **par J. Baldwin et M. Rafiquzzaman (Juillet 1995)**

N° 79 *Capital humain et emploi du temps* **par Frank Jones (Juin 1995)**

N° 80 *Pourquoi l'inégalité des gains hebdomadaires a-t-elle augmenté au Canada?* **par René Morissette (Juillet 1995)**

N° 81 *Statistiques socio-économiques et politique publique : Nouveau rôle pour les modèles de Microsimulation* **par Michael C. Wolfson (Juillet 1995)**

N° 82 *Transferts sociaux, variations dans la structure familiale et faible revenu chez les enfants* **par Garnett Picot et John Myles (Septembre 1995)**

N° 83 *Mesures alternatives de la durée moyenne du chômage* **par Miles Corak et Andrew Heisz (Octobre 1995)**

N° 84 *Guide de l'utilisateur la durée du chômage* **par Miles Corak et Andrew Heisz (Décembre 1995)**

N° 85 *Utilisation des technologies de pointe dans les établissements de fabrication* **par John R. Baldwin et Brent Diverty (Novembre 1995)**

N° 86 *L'utilisation de la technologie, la formation et les connaissances spécifiques dans les établissements de fabrication* **par John R. Baldwin, Tara Gray et Joanne Johnson (Décembre 1995)**

N° 87 *Croissance de la productivité, transfert de parts de marché et restructuration dans le secteur canadien de la fabrication* **par John R. Baldwin (Novembre 1995)**

N° 88 *Les petits producteurs ont-ils été le moteur de la croissance du secteur manufacturier canadien au cours des années 1980?* **par John R. Baldwin (Octobre 1996)**

N° 89 *Mobilité intergénérationnelle du revenu des hommes au Canada* **par Miles Corak et Andrew Heisz (Janvier 1996)**

N° 90 *L'évolution des cotisations sociales au Canada: 1961 – 1993* **par Zhengxi Lin, Garnett Picot et Charles Beach (Février 1996)**

N° 91 *Le projet d'appariement du Recensement et des fichiers de soins de santé du Manitoba : Composante des ménages privés* **par Christian Houle, Jean-Marie Berthelot, Pierre David,Cam Mustard, L. Roos et M.C. Wolfson (Mars 1996)**

N° 92 *Avantages salariaux d'origine technologique dans les établissements canadiens de fabrication pendant les années 1980* **par John R. Baldwin, Tara Gray et Joanne Johnson (Janvier 1997)**

N° 93 *Création d'emplois selon lc taille des entreprises : Concentration et persistance des gains et pertes d'emplois dans les entreprises canadiennes* **par Garnett Picot et Richard Dupuy (Avril 1996)**

N° 94 *Aspects longitudinaux de l'inégalité des revenus au Canada* **par René Morissette et Charles Bérubé (Juillet 1996)**

N° 95 *Évolution de la durée et de la stabilité de l'emploi au Canada* **par Andrew Heisz (Novembre 1996)**

N° 96 *Les Canadiens sont-ils plus susceptibles de perdre leur emploi au cours des années 1990?* **par Garnett Picot, Zhengxi Lin (Août 1997)**

N° 97 *L'effectif et l'afflux de chômeurs* **par Michael Baker, Miles Corak et Andrew Heisz (Septembre 1996)**

N° 98 *L'incidence de la technologie et du commerce sur les écarts salariaux entre les travailleurs de la production et la main-d'oeuvre indirecte dans le secteur manufacturier canadien* **par John R. Baldwin et Mohammed Rafiquzzaman (Mai 1998)**

N° 99 *Utilisation de POHEM pour l'estimation des coûts médicaux directs associés à la pratique actuelle du traitement du cancer du poumon ainsi que pour l'évaluation économique de nouveaux traitements* **par C. Houle, B.W. Will, J.-M. Berthelot et W.K. Evans (Mai 1997)**

N° 100 *Une enquête expérimentale canadienne visant à établir le lien entre les pratiques au lieu de travail et la condition des employés : Raisons de sa nécessité et description de son fonctionnement* **par Garnett Picot, Ted Wannell (Mai 1997)**

N° 101 *L'activité innovatrice dans les établissements canadiens de transformation des aliments : L'importance des pratiques d'ingénierie,* **par John Baldwin et David Sabourin (Novembre 1999)**

N° 102 *Différences dans les stratégies et le rendement de divers types d'innovateurs* **par John R. Baldwin et Joanne Johnson (Décembre 1997)**

N° 103 *Les mises à pied permanentes au Canada : Vue d'ensemble et analyse longitudinale* **par Garnett Picot, Zhengxi Lin et Wendy Pyper (Septembre 1997)**

N° 104 *Travailler plus? Travailler moins? Que préfèrent les travailleurs canadiens?* **par Marie Drolet et René Morissette (Mai 1997)**

N° 105 *Croissance de l'utilisation des technologies de pointe dans le secteur canadien de la fabrication durant les années 90* **par John Baldwin, Ed Rama et David Sabourin (Le 14 décembre 1999)**

N° 106 *Mouvements de la main-d'œuvre et adaptation au marché du travail en Ontario de 1978 à 1993* **par Zhengxi Lin et Wendy Pyper (Octobre 1997)**

N° 107 *Importance de la recherche et du développement sur l'aptitude à innover des petites et des grandes entreprises manufacturières canadiennes* **par John R. Baldwin (Septembre 1997)**

N° 108 *Concurrence internationale et performance industrielle : allocation optimale, production optimale et turbulence* **par John R. Baldwin et Richard E. Caves (Octobre 1997)**

N° 109 *Les dimensions de l'inégalité salariale chez les Autochtones* **par Rachel Bernier (Décembre 1997)**

N° 110 *Existe-t-il des liens entre la performance économique, les paiements de transfert, l'inégalité et le faible revenu?* **par Myles Zyblock et Zhengxi Lin (Décembre 1997)**

N° 111 *L'effet de levier financier des entreprises : Une comparaison entre le Canada et les É.-U., 1961-1996* **par Myles Zyblock (Décembre 1997)**

N° 112 *Explication du relèvement de la prime liée à l'âge* **par Constantine Kapsalis (Juillet, 1998)**

N° 113 *Mobilité intergénérationnelle des gains et du revenu des hommes au Canada : Étude basée sur les données longitudinales de l'impôt sur le revenu* **par Miles Corak et Andrew Heisz (Septembre, 1998)**

N° 114 *Canadiens nés à l'étranger et Canadiens de naissance : une comparaison de la mobilité interprovinciale de leur main- d'œuvre* **par Zhengxi Lin (Septembre 1998)**

N° 115 *Modes de vie et surpeuplement des logements : la situation des immigrants âgés au Canada, 1991* **par K.G. Basavarajappa (Septembre 1998)**

N° 116 Le point sur l'inégalité des gains et sur la rémunération des jeunes durant les années 90?, ***par Garnett Picot (Juillet 1998)***

N° 117 Les facteurs déterminants des retards en matière d'adoption des technologies de fabrication de pointe ***par John R. Baldwin et Mohammed Rafiquzzaman (Août 1998)***

N° 118 La productivité du travail dans les établissements de fabrication au Canada sous contrôle canadien et étranger ***par John R. Baldwin et Naginder Dhaliwal (Mars 2000)***

N° 119 L'adoption de la technologie au Canada et aux États-Unis ***par John R. Baldwin et David Sabourin (Août 1998)***

N° 120 Existe-t-il des secteurs d'activité de haute technologie ou seulement des entreprises de haute technologie?Étude basée sur les nouvelles entreprises axées sur la technologie ***par John R. Baldwin et Guy Gellatly (Décembre 1998)***

N° 121 Un portrait des entrées et des sorties ***par John Baldwin (Juin 1999)***

N° 122 Les déterminants des activités d'innovation dans les entreprises de fabrication canadiennes : le rôle des droits de propriété intellectuelle ***par John R. Baldwin, David Sabourin et Petr Hanel (Mars 2000)***

N° 123 L'innovation et la formation dans les nouvelles entreprises ***(John Baldwin)***

N° 124 Une nouvelle perspective des tendances de l'inégalité des revenus au Canada et aux États-Unis ***par Michael C. Wolfson et Brian Murphy (Août 1998 et Octobre 1999)***

N° 125 L'assurance-emploi au Canada : Tendances récentes et réorientations ***par Zhengxi Lin (Septembre 1998)***

N° 126 Les ordinateurs, les télécopieurs et les salaires au Canada : Qu'est-ce qui compte vraiment? ***par René Morissette et Marie Drolet (Octobre 1998)***

N° 127 Comprendre le processus d'innovation : l'innovation dans les industries de services dynamiques ***par Guy Gellatly et Valerie Peters (Décembre 1999)***

N° 128 Données canadiennes récentes sur la qualité des emplois selon la taille des entreprises ***par Marie Drolet et René Morissette (Novembre 1998)***

N° 129 Distribution, inégalité et concentration des revenus chez les immigrants âgés au Canada, 1990 ***par K.G. Basavarajappa (Avril 1999)***

N° 130 Dynamique et inégalité des revenus chez les hommes au Canada, 1976-1992 : Analyse fondée sur des dossiers fiscaux longitudinaux ***par Michael Baker et Gary Solon (Février 1999)***

N° 131 L'incidence de la scolarité et l'écart salarial grandissant entre les jeunes travailleurs et les travailleurs âgés ***par C. Kapsalis, R. Morissette et G. Picot (Mars 1999)***

N° 132 Qu'est-ce qui explique les mouvements des enfants vers la situation de faible revenu et hors de celle-ci, les changements de situation sur le marché du travail ou le mariage et le divorce? ***par G. Picot, M. Zyblock et W. Pyper (Mars 1999)***

N° 133 L'accroissement de l'emploi autonome en période de chômage élevé : Analyse empirique des faits récents survenus au Canada ***par Zhengxi Lin, Janice Yates et Garnett Picot (Mars 1999)***

N° 134 Dynamique de la création et de la disparition d'emplois autonomes au Canada ***par Zhengxi Lin, Garnett Picot et Janice Yates (Mars 1999)***

N° 135 Décès et divorce : les conséquences à long terme de la perte parentale chez les adolescents **par Miles Corak (Juin 9 1999)**

N° 136 À venir

N° 137 Innovation, formation et réussite **par John Baldwin (Octobre 1999)**

N° 138 L'évolution de la protection offerte par les pensions aux travailleurs jeunes et plus âgés au Canada **par René Morissette et Marie Drolet (Décembre 1999)**

N° 139 La concurrence des importations et la puissance sur le marché : le cas du Canada **par Aileen J. Thompson (avril 2000)**

N° 140 Taux de féminité des professions et salaires : pourquoi le Canada diffère-t-il des États-Unis? **par Michael Baker et Nicole Fortin (Juillet, 2000)**

N° 141 Passage des études au travail chez les diplômés des universités canadiennes : durée de recherche d'un premier emploi, 1982-1990, **Julian Betts, Christopher Ferrall et Ross Finnie (Décembre 2000)**

No 142 Qui sont les migrants? Analyse de la migration interprovinciale au Canada fondée sur un modèle logit par panel, **par Ross Finnie (Août 2000)**

N° 143 Différences de profils entre innovateurs et non-innovateurs : Les petits établissements du secteur des services aux entreprises **par Guy Gellatly (Décembre 1999)**

N° 144 Transferts sociaux, gains et intensité des faibles revenus dans les familles canadiennes avec des enfants, 1981 à 1996: Mise en évidence des progrès récents de la mesure des faibles revenus **par John Myles et Garnett Picot (Mars 2000)**

N° 145 Dans quelle mesure le chômage au Canada est-il structurel ? **par Lars Osberg et Zhengxi Lin (Octobre 2000)**

N° 146 Dans quelle mesure les Canadiens sont-ils exposés au faible revenu ? **par René Morissette et Marie Drolet (Mars 2000)**

N° 147 La maturation du système de revenu de retraite du Canada : Niveaux de revenu, inégalité des revenus et faibles revenus chez les gens âgés **par John Myles (Le 6 mars 2000)**

N° 148 Le marché du travail des années 1990 **par Garnett Picot et Andrew Heisz (Avril 2000)**

N° 149 Réexamen des charges sociales au Canada : structure, paramètres législatifs et tendances récentes **par Zhengxi Lin (Août 2001)**

N° 150 Analyse empirique des tendances sur le plan de la diversification des sociétés au Canada **par John R. Baldwin, Desmond Beckstead, Guy Gellatly et Alice Peters (Juin 2000)**

N° 151 Les multinationales et le processus d'innovation au Canada **par John R. Baldwin et Petr Hanel (Juin 2000)**

N° 152 Les jeunes ruraux : Rester, quitter, revenir **par Richard Dupuy, Francine Mayer et René Morissette (Le 5 septembre, 2000)**

N° 153 Taux d'emploi et participation à la vie active des Canadiennes vivant en milieu rural, **par Euan Phimister, Esperanza Vera-Toscano, Alfons Weersink (Janvier 2001)**

N° 154 La formation comme stratégie en matière de ressources humaines : La réaction aux pénuries de personnel et au changement technologique, **par John R. Baldwin et Valerie Peters (À venir)**

N° 155 *Durée d'occupation des emplois, mobilité des travailleurs et marché du travail des jeunes dans les années 1990* ***par G. Picot, A. Heisz et A. Nakamura (Mars 2001)***

N° 156 *Incidence du commerce international sur les salaires des Canadiens,* ***par Omar Zakhilwal (Janvier 2000)***

N° 157 *L'écart persistant : Nouvelle évidence empirique concernant l'écart salarial entre les hommes et les femmes au Canada,* ***par Marie Drolet (Janvier 2001)***

N° 158 *À la recherche des contraintes intergénérationnelles d'emprunt chez les hommes canadiens : tests de régression par quantile et de régression des moindres carrés pour les contraintes impératives d'emprunt,* ***par Nathan D. Grawe (Janvier 2001)***

N° 159 *Influences intergénérationnelles sur la percpetion de prestations d'assurance-chômage au Canada et en Suède,* ***par Miles Corak, Bjorn Gustafsson et Torun Österberg (Janvier 2001)***

N° 160 *Inégalités entre les quartiers des villes canadiennes,* ***par J. Myles, G. Picot et W. Pyper (le 13 décembre 2000)***

N° 161 *Intensité de la faiblesse du revenu chez les Canadiens des régions urbaines et rurales de 1993 à 1997,* ***par Andrew Heisz*** *(À venir)*

N° 162 *Évolution de la stabilité d'emploi au Canada : tendances et comparaisons avec les résultats américains,* ***par Andrew Heisz et Mark Walsh*** *(À venir)*

N° 163 *L'incidence de la mobilité interprovinciale sur les gains des particuliers : estimations de modèles par panel pour le Canada,* ***par Ross Finnie (Juin, 2001)***

N° 164 *Résultats sur le marché du travail des diplômés récents des universités canadiennes : analyse longitudinale intercohortes,* ***par Ross Finnie*** *(À venir)*

N° 165 *Innovation et connectivité : La nature des liaisons entre les marchés et les réseaux d'innovation dans les industries manufacturières au Canada,* ***par John Baldwin et Alice Peters (Mai 2001)***

N° 166 *Évaluation de la déclaration des prestations d'a.-e. et d'a.s. dans le cadre de l'EDTR,* ***par Constantine Kapsalis (Juin 2001)***

N° 167 *À venir*

N° 168 *Améliorer la salubrité des aliments et la productivité : Utilisation de la technologie dans le secteur de la transformation des aliments au Canada,* ***John R. Baldwin et David Sabourin*** *(À venir)*

N° 169 *À venir*

N° 170 *Perspectives des bacheliers de la Colombie-Britannique sur le plan des revenus,* ***Andrew Heisz (Mai 2001)***

N° 171 *À venir*

N° 172 *À venir*

N° 173 *Entraves à l'adoption des technologies de pointe pour les fabricants canadiens,* ***John Baldwin et Zhengxi Lin (Août 2001)***

Que diriez-vous...
QUE DIRIEZ-VOUS de trouver au même endroit tout ce qu'il y a de plus récent en statistiques canadiennes et, du même coup, de réaliser une économie de temps et d'argent pour vous et votre entreprise?
QUE DIRIEZ-VOUS d'un endroit où seraient mises à votre portée des données fiables sur tout un éventail de sujets brûlants d'actualité du domaine social et économique canadien?
QUE DIRIEZ-VOUS d'un endroit où, en appuyant simplement sur quelques touches, vous auriez accès des conseils et des données sur mesure fournis par des analystes bien au courant des marchés auxquels vous vous intéressez?
QUE DIRIEZ-VOUS si un tel endroit existait?
EH BIEN, IL EXISTE!
www.statcan.ca
CONÇU POUR LES AFFAIRES
La source officielle de statistiques canadiennes en un endroit et en tout temps
729MISC99188 B